

LE TRAVAIL DE SOUDURE POUR L'INGÉNIERIE NUCLÉAIRE

IL LAVORO DI SALDATURA PER L'INGEGNERIA NUCLEARE

BRUNO MAGGI
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DANIEL FAÏTA
AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ

GIOVANNI RULLI
ASL DELLA PROVINCIA DI VARESE
UNIVERSITÀ DELL'INSUBRIA

Abstract

A welding work process in a plant for the production of heavy components for the nuclear industry is analyzed through two different methodologies. The first analysis concerns the *work of welders*, according to the *Méthode de l'Auto-confrontation*, proposed by Daniel Faïta and widely utilized in France. An organizational analysis, extended to a biomedical analysis of health and safety conditions of workers, concerns the whole *welding process*, according to the *Method of Organizational Congruences*, proposed by Bruno Maggi, and adopted for three decades within the Interdisciplinary Research Program "Organization and Well-being". The two methods' complementarity and synergy, already discussed in previous publications, are emphasized both in diagnostic terms and in relation to possible work transformations aimed at improving effectiveness, efficiency and workers' well-being.

Keywords

Work analysis, Methodology, Language, Organizational action, Well-being.

Le travail de soudure pour l'ingénierie nucléaire / Il lavoro di saldatura per l'ingegneria nucleare.
Maggi Bruno, Faïta Daniel, Rulli Giovanni. Bologna: TAO Digital Library, 2014.

Proprietà letteraria riservata
© Copyright 2014 degli autori
Tutti i diritti riservati

ISBN: 978-88-98626-01-4



The TAO Digital Library is part of the activities of the Research Programs based on the Theory of Organizational Action proposed by Bruno Maggi, a theory of the regulation of social action that conceives organization as a process of actions and decisions. Its research approach proposes: a view on organizational change in enterprises and in work processes; an action on relationships between work and well-being; the analysis and the transformation of the social-action processes, centered on the subject; a focus on learning processes.

TAO Digital Library welcomes disciplinary and multi- or inter-disciplinary contributions related to the theoretical framework and the activities of the TAO Research Programs:

- Innovative papers presenting theoretical or empirical analysis, selected after a double peer review process;
- Contributions of particular relevance in the field which are already published but not easily available to the scientific community.

The submitted contributions may share or not the theoretical perspective proposed by the Theory of Organizational Action, however they should refer to this theory in the discussion.

EDITORIAL STAFF

Editor: Bruno Maggi

Co-editors: Francesco M. Barbini, Giovanni Masino, Giovanni Rulli

International Scientific Committee:

Jean-Marie Barbier	CNAM, Paris	Science of the Education
Vittorio Capecchi	Università di Bologna	Methodology of the Social Sciences
Yves Clot	CNAM Paris	Psychology of Work
Renato Di Ruzza	Université de Provence	Economics
Daniel Faïta	Université de Provence	Language Science
Vincenzo Ferrari	Università degli Studi di Milano	Sociology of Law
Armand Hatchuel	Ecole des Mines Paris	Management
Luigi Montuschi	Università di Bologna	Labour Law
Roberto Scazzieri	Università di Bologna	Economics
Laerte Sznalwar	Universidade de São Paulo	Ergonomics, Occupational Medicine
Gilbert de Terssac	CNRS Toulouse	Sociology of Work

ISSN: 2282-1023

www.taoprograms.org – dl@taoprograms.org
<http://amsacta.cib.unibo.it/>

Pubblicato nel mese di Dicembre 2014
da TAO Digital Library – Bologna

LE TRAVAIL DE SOUDURE POUR L'INGÉNIERIE NUCLÉAIRE

BRUNO MAGGI, DANIEL FAÏTA, GIOVANNI RULLI

Sommaire

Introduction

DANIEL FAÏTA, **Le travail des soudeurs : analyse clinique de l'activité**

BRUNO MAGGI, GIOVANNI RULLI, **Analyse organisationnelle d'une activité de soudure**

BRUNO MAGGI, DANIEL FAÏTA, GIOVANNI RULLI, **Remarques pour conclure**

Références bibliographiques

Le travail de soudure pour l'ingénierie nucléaire – Introduction

La soudure en métallurgie, entendue dans le sens le plus général comme une activité de réalisation d'une union permanente de parties métalliques par la fusion de leurs bords, remonte à l'antiquité. Le procédé de soudure par l'apport de matériel externe fondu aux parties réunies – soudure hétérogène, ou « brasure » - est parmi les premiers de l'histoire ; à l'aide de l'énergie électrique il est pratiqué depuis plus d'un siècle. Parmi les nombreuses modalités de ce procédé, la soudure par électrode enrobée est jusqu'à aujourd'hui la plus diffusée dans le monde.

Le thème de l'étude présentée dans ce texte concerne un processus de travail de soudure manuelle, avec électrode enrobée, mis en œuvre dans une usine consacrée à la production de grandes composantes pour l'ingénierie nucléaire. La société concernée en a formulé la demande - dans son usine la plus récemment opérationnelle, située en Italie - auprès du Programme Interdisciplinaire de Recherche « Organization and Well-being »¹.

Le Programme « Organization and Well-being » (O&W), formellement constitué en 1983 à la suite de plus d'une décennie de recherche interdisciplinaire sur travail et santé, se consacre à l'identification des liens entre les choix de conception et de structuration des processus de travail et la santé des personnes concernées, définie par l'OMS en termes de bien-être physique, mental et social². Fondé à l'Université des Etudes de Milan, il a son siège depuis 1995 à l'Université de Bologne.

¹ Le projet de l'étude date de l'automne 2013, ayant valeur de convention entre la société concernée et le Programme « Organisation and Well-being » signée le 11/10/2013.

² Les activités du Programme O&W, publications et séminaires, sont documentées sur le site : <http://www.taoprograms.org>. Dans la liste des publications, les plus récentes, parues aux éditions électroniques TAO Digital Library, sont accessibles au même site et librement déchargeables.

Les activités d'analyse de situations de travail conduites dans le cadre du Programme O&W visent la réalisation de la prévention primaire. Elles sont guidées par la Méthode des Congruences Organisationnelles, qui permet la rencontre des différentes connaissances disciplinaires concernant, d'une part, l'interprétation de la configuration des processus de travail et d'autre part, l'identification des conséquences possibles, en termes d'efficacité, d'efficience, et de santé des personnes concernées, ainsi que des choix alternatifs visant des conditions préférables, à savoir orientées vers l'obtention des résultats désirés, parmi lesquels la prévention.

Ce caractère théorique-méthodologique du Programme O&W favorise la rencontre et le débat avec d'autres approches de la thématique des rapports entre travail et santé, et avec les différentes perspectives des disciplines du travail concernées, des domaines juridique et économique, biomédical et ergonomique, sociologique et psychologique. En attestent les thèmes des séminaires et des publications, et notamment la participation de nombreuses dizaines de chercheurs de toutes ces disciplines au cours des trente années de travaux du Programme.

A plus forte raison, le Programme O&W recherche et développe la rencontre avec les propositions théoriques et méthodologiques paraissant proches de celles qui le caractérisent, et pouvant en outre permettre, non seulement la syntonie des échanges mais aussi une collaboration directe. C'est le cas de la Théorie de l'activité langagière et de la Méthode de l'Auto-confrontation, élaborées par Daniel Faïta. Sur la base d'une connaissance réciproque de longue date, deux événements ont marqué le débat sur la compatibilité épistémologique de la Méthode de l'Auto-confrontation et de la Méthode des Congruences Organisationnelles³, et sur leur synergie possible : un séminaire à Aix-en-Provence en octobre 2005 (le 30^e séminaire du

³ Les chapitres suivants, consacrés à l'analyse du travail de soudure selon l'une et l'autre méthode, en donneront une présentation succincte et les références bibliographiques essentielles.

Programme O&W) et un ouvrage de Daniel Faïta et Bruno Maggi, *Un débat en analyse du travail*, publié à Toulouse en 2007.

Fondé sur ce débat ouvert consacré aux deux méthodes, le projet d'étude du travail de soudure a concerné deux analyses en parallèle, distinctes mais fructueusement complémentaires, menées sur le même processus de soudure manuelle. D'une part, une analyse a porté sur le *travail des soudeurs* au sein du processus, selon la Méthode de l'Auto-confrontation, qui permet aux opérateurs d'interpréter leur propre travail au moyen d'enregistrements vidéo à la fois de l'activité les concernant et des discussions entre eux et avec les chercheurs. Une seconde analyse, organisationnelle, a porté d'autre part sur l'intégralité du *processus de soudure*, s'étendant à l'analyse biomédicale des conditions de santé et de sécurité des opérateurs, selon la Méthode des Congruences Organisationnelles, qui permet elle aussi aux opérateurs d'être protagonistes de l'interprétation de leur processus de travail, ainsi que des possibilités de changement visant son amélioration, au travers de l'appropriation des catégories d'analyse mobilisées dans la discussion avec les chercheurs.

L'étude a été entièrement conduite par : Bruno Maggi, fondateur et directeur du Programme O&W, ancien titulaire de Théorie de l'organisation à l'Université de Bologne ; Daniel Faïta, président de SAS Situations de Travail, Stratégies Economiques et Santé, professeur émérite de Sciences du langage, Aix-Marseille Université, chercheur associé au Conservatoire National des Arts et Métiers (Centre de Recherches « Travail et Développement »), Paris ; Giovanni Rulli, Directeur de Struttura Complessa de l'ASL de la Province de Varese, médecin chirurgien spécialiste en Médecine du travail et en Hygiène et Médecine préventive, membre fondateur du Programme O&W et professeur à l'Université de l'Insubria.

Les chapitres suivants concerneront donc, successivement : « Le travail des soudeurs » de Daniel Faïta, et « Analyse organisationnelle d'une activité de soudure » de Bruno Maggi et Giovanni Rulli. La complémentarité des deux analyses permet par ailleurs différents parcours de lecture. On pourra, par exemple, inverser l'ordre des chapitres, c'est-à-dire approcher d'abord le

processus de soudure dans toutes ses parties, et ensuite le travail spécifique des soudeurs ; ou bien, on pourra intercaler les deux lectures, partant de l'analyse du processus global, pour continuer avec l'analyse du travail des soudeurs, en revenant ensuite à l'analyse de détail des nombreuses phases du processus. D'autres possibilités, évidemment, ne sont pas exclues. Un bref chapitre final de synthèse et considérations communes des auteurs de l'étude sera dédié à la mise en évidence des complémentarités les plus intéressantes des deux analyses, à la fois sur le plan diagnostic et sur le plan des changements possibles visant une structuration préférable du travail de soudure.

Le travail des soudeurs : analyse clinique de l'activité

Daniel Faïta, Aix-Marseille Université

Principes de l'auto-confrontation : note méthodologique

Dans le cadre de cette méthodologie¹, on considère comme indispensable l'expression de l'expertise détenue par les opérateurs : ici les soudeurs volontaires pour la collaboration avec les chercheurs engagés dans l'étude.

Les deux phases préliminaires du processus engagé sont constituées par :

- l'observation et la compréhension des buts et conditions de l'activité professionnelle, au sein de l'entreprise, ainsi que de son environnement technique ;
- la réalisation d'un film vidéo sur les postes de travail étudiés.

L'utilité de celui-ci se manifeste sur trois plans parallèles :

- la consolidation de la phase d'observation ;
- la construction d'une séquence d'activité en situation réelle, avec possibilité de retour sur des phases mal comprises ;
- la constitution d'une base par un premier dialogue avec l'opérateur filmé au travail : demande d'informations et de commentaires sur ce qu'il se voit faire, les actions qu'il se voit accomplir dans une situation considérée de l'extérieur; commentaires, argumentation, etc.

Au-delà du recueil d'informations supplémentaires, il s'agit surtout de provoquer la production de connaissances nouvelles, ou encore inédites, sur l'activité concernée.

Dans le deuxième temps, lorsque le film est soumis non seulement à l'opérateur concerné et au chercheur, mais également à un autre opérateur,

¹ Parmi les références disponibles permettant de mieux connaître le cadre méthodologique de l'auto-confrontation, on citera : Clot, Faïta, 2000 ; Clot, Faïta, Fernandez, Scheller, 2001 ; Faïta, Vieira, 2003 ; Faïta, 2007 ; Faïta, Maggi, 2007.

collègue de travail du premier détenteur d'une expérience professionnelle comparable, on attend un apport de connaissances d'un niveau encore supérieur. Cette phase permet aux opérateurs de constater que leur façon de travailler n'est pas la seule possible. C'est généralement l'occasion d'un débat dans lequel des idées et des convictions s'opposent et se développent.

Des idées reçues sont remises en question ; ce qu'il convient de dire à un observateur étranger, et qui ne correspond pas entièrement à la réalité, ne résiste pas à la discussion entre collègues de travail. On assiste à la révélation de ce qui appartient à la pratique professionnelle personnelle de l'opérateur, ou au contraire aux façons de faire collectives. Par le jeu de cette confrontation entre points de vues différents des « gisements » d'efficacité et d'efficience dans le travail se dévoilent. Il alors est possible d'envisager des gains de qualité et de sécurité.

On considère également la possibilité d'un développement² engendré par ce processus : développement des participants, sur le plan personnel comme professionnel, développement profitable à l'activité individuelle et collective si l'expérience est suivie d'effets, notamment sous la forme de poursuite des échanges dans le milieu de travail. En effet, l'une des conséquences positives de la démarche engagée en analyse clinique de l'activité est constituée par le fait que la réflexion individuelle et collective qui en découle, ne cesse généralement pas à la fin de l'étude.

Éléments soumis à l'analyse et structure du texte

Le compte rendu des séances filmées figure dans les deux paragraphes intitulés « Transcription », en référence aux deux films réalisés : « Auto-confrontation du premier soudeur » et « Auto-confrontation des deux soudeurs ». Une analyse de ce matériau empirique est présentée dans ces

² La notion de *développement* est utilisée en psychologie du travail et clinique de l'activité. Elle désigne les transformations positives des rapports entre les opérateurs, l'objet de leur travail, les moyens, l'environnement et l'organisation du travail, et pour finir la conception de leur propre rôle dans le processus. Elle a été particulièrement développée dans les travaux d'Yves Clot, en Clinique de l'Activité (voir : Clot, 1999).

documents, auxquels il est fait référence dans le paragraphe « Hypothèses de travail et conclusions », ci-dessous. C'est à partir de cette première approche que sont développés les hypothèses présentées.

Recueil des matériaux

On a procédé au filmage (vidéo) d'une séquence d'activité à son poste de travail d'un soudeur volontaire pour se prêter à l'observation. La durée du film a globalement coïncidé avec la durée de l'activité de cet opérateur, soit 1 heure et 14 minutes. Ce document brut³, incluait des moments dénués d'intérêt relativement à l'objectif primordial de la recherche (et plutôt représentatifs des problèmes de mise en place, des explication préalables fournies aux participants, ainsi que des choix du technicien vidéo en matière de prises de vues, etc.). Il a fait ensuite l'objet d'un montage, ramenant la durée de la séquence soumise successivement aux deux protagonistes à 36 minutes et 45 secondes.

C'est à partir de ce document initial, à savoir le montage, qu'une première séance d'auto-confrontation elle même filmée a été réalisée avec le soudeur n. 1 (S1 dans la suite du texte), pour une durée d'1 heure et 12 minutes. Elle a été suivie d'une seconde séance, d'une durée d'1 heure et 34 minutes, confrontant un deuxième soudeur (S2 dans la suite) au premier, toujours à partir du film de celui-ci. C'est naturellement des deux derniers films réalisés pour la circonstance que l'on traitera ci-dessous, en référant au cas par cas aux repères temporels fournis par le compteur.

Logique et démarche adoptées pour l'étude

Conformément au cadre méthodologique exposé, on a invité d'abord le soudeur n. 1 à commenter son activité filmée, en nous donnant toutes les informations qu'il jugeait utiles.

On remarquera pour commencer que nous n'avons pas été associés au choix de la tâche à filmer (soudure à plat - réalisation d'un plan uniforme). De

³ Généralement qualifié de *rush* par les professionnels de la vidéo.

la même façon, le procédé de soudure utilisé n'a pas fait l'objet d'une discussion préalable. Nous n'accorderons par conséquent aucune place à la question qui peut se poser au sujet de la plus ou moins grande difficulté spécifique au procédé observé, même si les deux opérateurs participants ont évoqué cette question au cours de la discussion. En revanche on proposera de renvoyer à l'élaboration d'autres hypothèses éventuelles le bénéfice retiré de l'activité analysée ici. Il y aurait en effet matière à prolonger la réflexion sur des situations différentes, par exemple les soudures circulaires ou verticales.

On a ensuite confronté le film au second soudeur, en présence du premier, proposition leur étant faite de débattre des problèmes observés, sans cacher leurs désaccords éventuels.

Nous avons procédé à une transcription partielle, synthétique, des débats et discussions, afin d'illustrer le processus engagé.

Sources de nos hypothèses, interprétations, propositions

Celles-ci dépendront de ce qu'ont révélé l'étude du film, les débats entre opérateurs, entre opérateurs et chercheurs, et surtout des informations révélées par les problèmes que suscitent nos questions. Soit les exemples suivants.

Le film permet de voir qu'à un moment donné *S1* cesse son activité, quitte son poste, fait quelques pas (durée 55 sec.) reprend sa position initiale sans se remettre à souder, tout en fixant la pièce. Son inaction dure encore quelques minutes (entre 14:00 et 20:00). Cet événement motive une question de notre part, une demande d'explication. *S1* hésite, ne semble pas en mesure de répondre. Il évoque ensuite l'attente d'une baisse de température (15:30), en voyant manipuler le thermomètre. Il s'engage ensuite dans des considérations concernant le plan de sa soudure (éviter les dénivellations d'un côté à l'autre), etc. Ce passage, très riche, abonde en remarques sur les procédés, les règles, les gestes professionnels à accomplir selon *S1* (voir plus loin l'analyse des dialogues transcrits).

A un autre moment, une accélération visible du rythme des mouvements de *S1* motive une autre question de notre part : que se passe-t-il ? (55:10). Après

un instant de réflexion, il se lance dans une explication : à ce stade de son travail il est nécessaire de réaliser un cordon aux angles horizontaux et verticaux de la surface soudée. Cette opération engendre des contraintes techniques qu'il expose, tout en argumentant la façon dont il procède : l'utilisation d'une technique spécifique s'impose dans ce cas, et un mode opératoire particulier doit être respecté : réalisation en deux opérations successives (d'une épaisseur de 4 mm chacune) car une épaisseur de matière plus importante provoquerait des coulures sur le plan vertical.

Dans les deux cas évoqués ci-dessus, c'est l'arrêt par le chercheur du film, une question adressée à l'opérateur, qui ont déclenché de sa part une réflexion qu'il n'avait probablement pas l'intention ou la possibilité de développer. Il nous appartient alors d'aider la production de son discours sur le sujet abordé. On considère comme essentiels de tels moments, car ils réduisent le risque de voir l'opérateur s'exprimer selon son bon vouloir, en évitant de se confronter à la réalité complexe de ses actes. Les informations recueillies sont donc particulièrement importantes.

On est amené à distinguer, dans le cours de l'exploitation des documents filmiques soumis à l'analyse, plusieurs types d'éléments constituant des sources d'informations diversifiées. Ce sont elles qui vont nourrir les hypothèses qui suivront.

Les commentaires

On désigne ainsi le discours produit par l'opérateur en présence du film de son activité. Ce discours s'alimente généralement de la volonté de la personne d'aider les autres spectateurs, ignorant du métier, à comprendre ce qu'ils voient (actions, opérations et gestes, fonction des équipements, etc.) Il ne répond donc pas à des sollicitations des chercheurs, sauf à la première invitation, au tout début du processus. On distingue :

- des commentaires techniques, par exemple: la fonction des outils (four, électrodes), les procédés, les modes opératoires (comment faire) ;

- des commentaires explicatifs, destinés à faire comprendre soit les principes mis en application et ce qui en résulte (le dépôt de matière résultant de l'opération de soudage), soit la raison de certaines actions (mesurer la température), etc. ;
- des commentaires génériques : on entend par là des discours dont l'objet est constitué par les façons de faire communes au métier, les éléments des savoirs professionnels constitués dans et par l'expérience collective. Cette catégorie est plus importante que les précédentes, car elle permet généralement aux opérateurs, lorsqu'ils abordent ce domaine, de donner ensuite des précisions sur leur expérience et leurs savoirs particuliers. On entre alors dans des considérations permettant de mettre en contraste les modes opératoires prescrits et les façons de faire mises en œuvre dans la réalité.

Cependant l'identification des commentaires de cette nature n'est pas des plus faciles, et l'on est la plupart du temps contraint d'émettre des hypothèses plus que des certitudes. Le film et l'auto-confrontation de *S1* mettent en évidence un thème récurrent de son discours : la question de la *propreté*. L'importance qu'il accorde à cette question est indiscutable, ses actes le prouvent, mais aussi ce qu'il en dit à de nombreuses reprises :

- des constats, des définitions techniques : la présentation des actions de nettoyage, les outils employés (brosses, différentes meules, etc.) ; le commentaire est alors d'ordre technique ;
- l'argumentation de l'intérêt et de la nécessité de procéder au nettoyage : (4:40) « la propreté, c'est une question importante » ; (5:00) « entre un cordon et un autre on fait la propreté [...] on chasse les scories [...] ça doit être propre » ; on peut alors considérer qu'il s'agit d'un commentaire soit technique (s'agit-il du résultat d'une prescription ? Les inspecteurs des clients insistent sur ce point), soit d'un commentaire générique, car en principe la propreté doit être faite : c'est une règle de métier ;
- l'exposition et la défense d'un point de vue personnel, opposé à d'autres possibles, hypothèse justifiée par la façon dont plus loin *S1* se qualifie lui-même (*pignolo*), ainsi que par un commentaire de *S2* au cours de leur confrontation

ultérieure. On est donc alors dans le cadre d'un commentaire proche de la défense d'arguments plus spécifiques, originaux. Leur rapprochement avec le générique, c'est à dire des façons d'agir plus ou moins communes aux soudeurs peut se révéler important.

Dialogues et interactions

Les différentes sortes de commentaires présentées ci-dessus ont majoritairement pour caractéristique d'être orientées vers des savoirs ou des modes opératoires (voire des prescriptions) communs, ou diffusés dans le métier ou l'usine. Ils sont donc peu interactifs, car la relation aux autres, chercheurs, collègues de travail, ou encore à tout ce qui dans le travail peut poser des problèmes aigus n'y a pas grande importance. Ils ne révèlent pas (ou peu) d'éléments inattendus, spécifiques, permettant d'identifier la source des problèmes, des échecs.

C'est dans l'émergence de véritables rapports dialogiques (discussions, désaccords) que peuvent apparaître les contradictions permettant de mieux comprendre les causes de ces échecs, même potentiels. Il n'est pas forcément nécessaire pour cela d'opposer un opérateur à d'autres personnes, même si c'est le processus que l'on utilise le plus couramment (cf. la note méthodologique). La confrontation de soi à soi, chez une même personne, peut aussi contribuer à renseigner l'analyse de façon très efficace. Ce rapport est généralement provoqué par le film, et par la présence du chercheur. L'opérateur peut se trouver en difficulté au moment de produire son commentaire, ne sachant pas – ou mal – comment se faire comprendre. C'est l'indice d'une difficulté que le discours technique, ou même générique, ne permet pas de résoudre. On est proche de révélations intéressantes sur les difficultés du travail, de celles que les opérateurs doivent résoudre en faisant appel à leurs compétences.

Les personnes se contredisent, manifestent des « pré-occupations »⁴ dominant leur activité, dévoilent des compétences spécifiques. Soit

⁴ Notion empruntée à la psychologie du travail : Curie, Dupuy, 1994.

l'exemple du point de référence (à partir de 39:50 dans le film). *S1* essaie d'expliquer en quoi il est impératif de procéder à une soudure régulière, de façon à réaliser une base qui soit la plus plane possible. Pour cela, il convient de ne pas laisser subsister de creux entre les cordons (*avvallamenti*). Il faut donc éviter de réaliser un cordon en appui sur la partie la plus basse du précédent, puisque chacun de ces cordons est normalement en relief « car une soudure n'est jamais plate ». Reprendre la soudure le plus haut possible sur le cordon précédent est une nécessité : c'est le point de référence.

Constatant la difficulté qu'éprouvent les chercheurs (non seulement l'étranger) à comprendre, *S1* se lève et va au tableau. Tout en répétant que l'existence d'un canal (*avvallamento*) entre les cordons constitue un défaut, il dessine une succession de cordons (vus en coupe) en indiquant le point auquel il convient de reprendre l'opération.

Un premier enseignement peut être retiré de cet épisode : ce savoir-faire peut être générique, faire partie des savoir-faire communs aux soudeurs. Dans ce cas, le recours au graphisme par *S1* révèle un point intéressant : un tel savoir existe mais ne se dit pas, et c'est la nécessité de le faire comprendre par des personnes étrangères au métier qui oblige à l'exprimer en ayant recours à différents moyens, empruntés à d'autres modes de représentation.

Cependant, d'autres éléments retiennent l'attention : dans son commentaire des dessins au tableau, *S1* évoque la possibilité de procéder autrement. Pour corriger le défaut éventuel, on peut aussi aplanir la surface à la meule. En d'autres termes, le procédé illustré au tableau n'est pas le seul possible. C'est celui que préconise *S1*, car « il vaut mieux » agir ainsi. Le soudeur procède donc à un choix, en fonction de critères propres, résultant sans doute, de manière combinée de son expérience et du souci de faire un travail de qualité. Il est difficile de savoir si ce choix est plutôt motivé par la volonté de ne pas fragiliser la soudure en meulant de l'épaisseur, ou si celle de réaliser un « beau » travail est prédominante.

Grâce à ce qui précède, on émettra l'hypothèse qu'un défaut peut être évité de plusieurs façons. Même formellement défini (par exemple en

formation), c'est à l'opérateur qu'il incombe de trouver la meilleure solution pour l'éviter, et l'effort consenti pour faire partager cette connaissance provoque chez lui un développement de sa compétence professionnelle.

Hypothèses de travail

Conformément aux indications de la note méthodologique, on rappellera que notre objectif, dans cette étude, est d'analyser le travail des soudeurs pour y découvrir ce qui n'est pas connu ni prédéfini, à savoir la façon dont chacun contribue personnellement à la réalisation des objectifs fixés par l'entreprise.

Notre hypothèse fondamentale est la suivante : c'est dans cette zone d'ombre que se situent les problèmes dont la solution n'est pas donnée, les risques pesant sur la qualité et la sécurité, en même temps que les solutions trouvées dans la pratique, individuellement et collectivement.

Enfin, on rappellera que ces connaissances seraient inaccessibles sans le concours des intéressés, ce qui justifie nos choix méthodologiques.

Prescriptions et contrôles : un poids considérable, des difficultés accrues pour l'opérateur

La préoccupation du soudeur n. 1 (S1) est manifestée à plusieurs reprises: il s'agit du passage des inspecteurs (interne et du client), du chef d'équipe, etc. La référence aux ingénieurs est également présente, à travers les prescriptions techniques et les fiches. On peut en trouver trace dans la première transcription (3:50, 51:14, 52:14...), et aussi la seconde, dans la confrontation S1 et S2 (7:50-8:48, 54:14-1:05:00, etc.).

L'existence des fiches techniques, de tests, est également attestées, dont la précision est signalée par S1 (Transcription, Partie 1, 11:48)⁵ qui en même temps mentionne la double exigence à laquelle il est soumis: « le client... notre ingénieur ». La réalité de cette pression est mentionnée par les deux soudeurs à plusieurs reprises : « on ne peut pas en faire à notre tête » (TP1, 3:50). On notera

⁵ On notera ci-après « TP1 » pour « Transcription - Partie 1 », et « TP2 » pour « Transcription - Partie 2 ».

également une forme de pression d'un type particulier, la personnalisation de certains outils. C'est le cas du thermomètre (TP1, 42:50), à propos duquel on a écrit « On retiendra l'extrême personnalisation du contrôle, en imaginant le poids de la responsabilisation personnelle des opérateurs ». Il s'agit d'une dimension importante du travail étudié, dont les conséquences ne peuvent pas être négligées.

Effet réel de ce type de contraintes sur le travail : une problématique ouverte

On peut y voir deux types de conséquences : plus les normes techniques, fiches, modes opératoires sont précis et impératifs, moins ce qui reste à faire laisse de place en théorie aux initiatives personnelles des opérateurs. Mais aussi le fait que la précision et le caractère impératif de ces prescriptions et normes peuvent engendrer des événements imprévus, conséquences de facteurs eux-mêmes imprévisibles, comme des pannes ou incidents (variations contextuelles, dans le vocabulaire de l'ergonomie).

D'une part, le niveau et la contrainte des normes et prescriptions, la difficulté et la précision attendue des actes de travail supposent une compétence importante de l'opérateur (reposant sur la combinaison expérience - formation). D'autre part elles dépendent de leur capacité à gérer des facteurs imprévisibles, en nombre et en nature. Cette gestion repose sur la maîtrise d'éléments complexes, évoluant dans le temps (comme les élévations et chutes de température), état des outils et du matériau (ampérage, électrodes, etc.). Elle est aussi marquée par la recherche d'une meilleure efficacité⁶ (efficacité maximale en rapport avec la consommation des fournitures et l'état des moyens de travail). La propreté sur laquelle insiste beaucoup S1 manifeste certainement sa volonté de prévenir des *alea* incontrôlés, imprévus. Il ne s'agit certainement pas d'une fantaisie personnelle, si l'on considère que certains inspecteurs que nous avons pu rencontrer insistaient aussi sur ce thème.

⁶ (TP1, 23:20) S1 : « Quand avec une électrode on réussit à faire tout un cordon *assez bien*, alors on fait avec *une seule électrode* ».

L'ensemble de ces rapports peut donc s'avérer très complexe, et l'on voit clairement que la part prise par l'activité de l'opérateur dans la régulation du processus est importante, car c'est d'elle que dépend la réalisation d'une qualité maximale. Elle intègre les exigences de la prescription (objectifs, qualité, satisfaction client), des contraintes techniques, et celles du rapport nécessaire entre *compétence* et *expérience*.

Exemple 1 : au cours du film, S1 pose une électrode sur la pince qu'il tient en main, la regarde puis la retire, la repose, en prend une autre dans le four. Il explique ensuite que le revêtement de cette électrode lui paraissait défectueux, ce qui pouvait avoir des conséquences sur sa soudure (défaut). Il est évident que tout est prévu au niveau de la conception et de l'organisation, température du four, repères visuels sur les électrodes dont le type est prescrit par la soudure à faire, etc. ... sauf le fait que seule l'expertise du soudeur permet de discriminer une électrode potentiellement défectueuse d'une autre.

Exemple 2 : S1 évoque souvent les questions de qualité à travers la réalisation des « cordons ». Il vise leur *linéarité* (égalité de bout en bout, aux extrémités comme au milieu), l'*équilibre* de l'ensemble (TP1, 29:50), la *planéité* la plus parfaite possible (38:35). Il manifeste également un souci permanent de *propreté*, qui selon lui garantit la *sécurité* et la qualité du travail au niveau des cordons, qui peuvent se chevaucher si l'on ne chasse pas les scories, etc.

On peut constater que le soudeur exerce une responsabilité importante, entièrement fondée sur sa compétence, et son expérience personnelle. Celles-ci lui permettent d'agir en fonction de critères variés, *combinés les uns aux autres*, dont fait d'ailleurs partie la volonté d'effectuer *un beau travail* : « 2, 3 cordons égaux c'est plus beau à voir [...] des petits morceaux [...] c'est pas beau à voir... » (34 :00).

A ce stade, les questions posées sont donc les suivantes :

- quelles peuvent être les *sources de variabilité* faisant obstacle à la réalisation de la tâche, et sollicitant l'expertise personnelle de l'opérateur ?

- quelles *exigences cognitives* s'imposent à celui-ci, qui doit trouver les ressources nécessaires pour faire face à l'imprévu ? Quel type d'informations doit-il prélever, qui ne sont pas fournies par les concepteurs du travail ?
- enfin, devant l'impossibilité objective de considérer que tout est réglé d'avance, de quelle *marge* de manœuvre dispose cet opérateur pour faire jouer ce que l'on a nommé « sa contribution personnelle » ?

Déterminants majeurs du travail du soudeur

On a pu constater que la maîtrise des gestes du métier de soudeur, en réponse aux prescriptions et spécifications techniques, était aussi dépendante de paramètres constants, tout au moins en importance. On rappellera aussi, car c'est une constante, que dans la réalisation des actes de travail, c'est *l'exigence de qualité* qui prime. Il n'en reste pas moins que cette qualité obligatoire n'est que la somme d'un ensemble de facteurs et de déterminants dont l'expertise humaine n'est pas le moindre.

La température

Elle exerce une double contrainte, dans la mesure où les points de consigne liés aux matériaux à souder, ou aux moyens et outils (électrodes, four) sont en corrélation.

L'importance centrale de ce que l'on nommera aussi *organisateur du travail* est bien soulignée par la discussion contradictoire entre les deux soudeurs (TP2, à partir de 5:19). On peut constater l'importance de ce déterminant, et surtout le fait que l'arbitrage personnel des opérateurs s'exerce, malgré les normes imposées : S1 et S2 en fournissent la preuve *par leur désaccord relatif* : faut-il vérifier la température tous les 2 ou 3 cordons ? De façon très explicite, ce passage montre bien la contradiction entre le cadre fixé par les normes (S2 : « tout dépend des documents qui nous ont été remis ») et les pratiques des opérateurs. On soulignera la discordance sur ce point. Par ailleurs, si les températures respectives doivent être respectées, elles doivent également (et surtout) être maintenues. De ce fait, les prescriptions sont

impératives, car le non respect des consignes risque d'entraîner des défauts. Cependant la surveillance de ces températures est confrontée à d'autres paramètres, évolutifs ceux-là : les phénomènes de hausse et baisse qui eux-mêmes peuvent entraîner les défauts signalés (porosités, fissures - *cricche*).

En outre, ces phénomènes font intervenir une dimension supplémentaire : le *temps*, lui-même sujet à des variations que le soudeur doit se donner les moyens de maîtriser en mettant en jeu la vitesse de réalisation de ses actes.

L'opérateur S1 (TP1), manifeste constamment le souci de compenser les effets du rapport *temps de l'action / baisse de la température*, par des manœuvres appropriées (voir de 29:50 à 42:50, « changements de côté »). Il s'agit là d'une source de variations majeure. Face à elle l'opérateur doit se donner les moyens de maintenir les *conditions de faisabilité de son travail*. Cela implique de sa part de savoir combiner niveau de compétence et capacité d'action en réponse aux variations :

- la compétence permettant de mettre en œuvre les prescriptions en respectant les normes techniques ; la capacité de réagir en temps réel aux variations de températures, principalement des électrodes et de la soudure en cours (une baisse de la température à l'extrémité des cordons est une cause de défauts). Il ne fait pas de doute que la façon de maîtriser de tels événements soit enseignée en formation, mais l'appréciation de la situation réelle dépend totalement de la compétence de chaque soudeur.

En effet, si le rapport prescription/compétence reste dans le domaine de la conception théorique du travail du soudeur, la capacité de réaction de celui-ci, sa maîtrise de l'évolution d'une situation en voie de dégradation échappent à cette conception. Elle fait appel à la capacité à maîtriser une évolution au-delà de ce qui est initialement prévu.

Ce n'est pas en renforçant les contraintes pesant sur l'activité des soudeurs que l'on peut se donner des garanties contre ces facteurs de dégradation, mais plutôt en développant leur possibilité de répondre à l'évolution de la situation, qui repose sur leur capacité d'évaluation des

rappports entre les paramètres. La finesse des interactions entre rapidité des gestes et variations de température conditionne la réussite des gestes technique. Cela dépend de la capacité du soudeur à évaluer la modification des rapports entre le temps écoulé, la vitesse de déplacement de l'électrode, les montées ou chutes de température proportionnelles à l'usure de cette électrode, le niveau et la qualité de la « matière » déposée.

C'est ce qui permet de réunir les paramètres indispensables à une qualité de l'acte de travail garantissant la qualité du produit de ce travail.

Une accumulation de responsabilités

A la précision des « fiches »/ingénieur (consécutive aux « tests »), s'ajoutent d'autres signes, comme la personnalisation d'un outil aussi important que le thermomètre (il est impossible au soudeur de ne pas assumer la connaissance précise des températures alors qu'il a dû donner son code personnel, attaché à l'outil, pour utiliser celui-ci).

Dans les faits cela signifie le report sur l'opérateur d'un maximum de responsabilités. Cela le contraint à se donner un maximum de possibilités pour : prévoir et anticiper les risques de défauts, réunir les moyens pour les éviter, évaluer les probabilités de réussite de ses actes.

Le soudeur ne peut pas « en faire à sa tête » (voir TP2), mais il doit dépasser les spécifications techniques caractérisant les moyens et l'objet du travail. Par exemple, il doit anticiper les phénomènes survenant au début et à la fin de l'électrode. Il doit également prévoir les risques possibles en cas de dérèglement des rapports qu'il essaie de réguler : défaut de température en début de cordon (porosités) puis élévation excessive en fin du même cordon... Sur la base de son expérience - et probablement des échanges avec des collègues - il se donne des moyens personnels d'évaluation des causes de défauts constatés : un résidu (*scoria*) difficile à détacher signale par exemple un ampérage défectueux (TP1 : 23:31, 24 :01).

On fait ici l'hypothèse d'une combinaison permanente des capacités d'anticipation et d'évaluation de l'opérateur, qui garantissent la réussite de ses

gestes techniques. Pour cela, compte tenu de la finesse des prescriptions et normes techniques, il éprouve le besoin de bénéficier d'une discrétion suffisante, permettant de gérer au mieux les effets des sources de variation que l'on a évoqué.

Des critères associés ou en concurrence

On peut lire dans la TP1, S1 : « si l'opérateur veut aller plus ou moins vite; plus il accélère, moins il dépose » (23:00). Et plus loin : « ... quand avec une électrode on réussit à faire tout un cordon assez bien, alors on fait avec une seule électrode ».

Il y a bien association ou mélange de critères, qui justifie les choix opérés par le soudeur : ce choix éventuel (aller plus ou moins vite) est guidé par la poursuite d'un objectif intermédiaire : utiliser *une* électrode par cordon ; le soudeur doit être capable d'évaluer (à l'œil : voir TP1) la possibilité de réaliser cet objectif ; le tout peut être justifié par des critères : d'*efficacité* (une électrode / un cordon) ; de *qualité* (le travail doit être *bien exécuté*) ; d'*esthétique* (« beau à voir »).

L'opérateur en est responsable; les prescriptions, normes et mesures en constituent le cadre, à l'intérieur duquel il doit définir des conditions de faisabilité qui intègrent les variations possibles.

Rappelons ce cadre, pour finir:

- ampérage ;
- températures de base (pièce, outils) ;
- températures variables (ΔT respectifs) gérées dans le déroulement de l'action.

Il s'agit d'une accumulation de charges (on parlera de *densité* du travail) car l'opérateur doit surveiller ces paramètres dans leur variété.

Les choix du soudeur y ajoutent :

- le temps relatif des gestes à effectuer (ΔT allées - venues de l'électrode, mouvements avant-arrière) ;
- le respect des critères de qualité : soudure plane d'un bord à l'autre (*spigoli, cornice*), cordons linéaires, et de beauté (« beau à voir ») ;

- la préoccupation de propreté/sécurité.

L'ensemble des composants de cette activité vise à réaliser la tâche prescrite tout en optimisant la prévention des différents défauts possibles. Le prescrit fixe à l'opérateur le but qu'il doit atteindre. Pour y parvenir au mieux, il se fixe à lui-même des objectifs, en tenant compte des variations possibles, et des conséquences de ses propres choix (anticipation). On peut dire que l'opérateur enrichit ou complique la conception du but à atteindre. Il y intègre en effet les conditions de réalisation de ses propres objectifs : celles-ci peuvent ne pas être offertes par les moyens mis à sa disposition, ni par la conception de la tâche.

Modes de gestion par les opérateurs de la réalisation des tâches

Sur un plan plus général, il est important de se poser des questions relativement aux autres dimensions de l'activité des soudeurs ayant participé à cette étude. De ce point de vue, la partie TP2 fournit des indications importantes. On retiendra principalement le problème du temps d'exécution et celui de l'outillage, qui n'ont pas occupé ci-dessus une place prépondérante, par rapport à la question centrale de la température.

Qualité et contrainte de temps

Tout au long de TP1 S1 affirme ne pas se préoccuper de la contrainte de temps. Le détail de son activité, les choix qu'il effectue en matière de succession des gestes, etc., semblent guidés par un souci de qualité. On remarquera cependant que la question du temps d'exécution est posée par la relativité qu'imposent les variations de température des soudures (voir ci-dessus, la discussion sur l'accélération des gestes de S1). Il argumente continuellement à partir de ses préoccupations dominantes : qualité (absence de défauts), beauté, sécurité - propreté... La vitesse des gestes observés, selon lui, est liée à sa volonté de réaliser des bords en deux passages successifs de 4 mm (TP1, 55:10), afin d'éviter les coulures.

La controverse qui l'oppose à S2 dans TP2 apporte à ce sujet des informations différentes. Ce dernier critique implicitement son collègue (S1, 33:38) en remarquant qu'il est « trop minutieux », ajoutant qu'il faut éviter les *pertes de temps*. Auparavant, un premier échange avait eu lieu, mentionnant la primauté de la qualité sur la contrainte de temps (11:43 - 16:23), commentaire apparemment partagé par les deux soudeurs. Cette impression est cependant démentie par l'examen des arguments de l'un et l'autre.

Pour S2 : la qualité est prioritaire, mais c'est aussi *un critère de rentabilité* car un travail bien fait n'a pas besoin d'être refait. De toute évidence, qualité et gain de temps sont indissolublement associés dans cette vision des choses. Il ajoute *qu'il existe des normes théoriques* et cite *un temps donné pour la soudure d'un mètre linéaire*. Pour S1, auparavant : « *il n'y pas de temps imparti par la direction*. L'essentiel est de réaliser un travail de qualité, même s'il ne faut pas exagérer et s'endormir sur le travail ». La contradiction se poursuit dans les termes cités, l'un (S2), s'en tient aux prescriptions (« à chaque ampérage correspond une vitesse d'exécution donnée », 54:15) et affirme qu'il faut rester dans les marges de tolérance. L'autre (S1) affirme une position divergente : « moi je ne travaille pas avec un chronomètre, le chrono est *entre mes mains*, la qualité de mon travail je la vois ».

Expression forte, polémique, affirmant les principes analysés ci-dessus dans l'activité du même opérateur : comme on l'a formulé plus haut, le soudeur poursuit bien un *objectif personnel*. Il réalise la tâche demandée, obéit à la prescription et aux normes techniques, mais c'est de lui-même que dépendent les conditions nécessaires à l'accomplissement de cette tâche. Il doit, pour réussir (et surtout éliminer les risques de défauts), se donner des moyens propres d'assurer la qualité, qu'il évalue donc lui-même.

Il ajoute des arguments supplémentaires apportant des informations importantes : « En cours d'exécution, *personne ne vient chronométrer, vérifier...* Ce type de contrôle avec un chrono est effectué *parfois en présence du client, au début de la commande, mais ensuite, plus personne ne vient contrôler* ».

On retiendra que la prescription se trouve ainsi relativisée : même effective sur le papier, elle n'a pas un impact formel dans la réalité du travail. A la différence des questions de température et de choix d'outillage, la contrainte de temps affichée ne paraît pas faire l'objet de contrôles impératifs. *S1* affirme, au contraire, qu'il demeure responsable de la qualité de son travail. Celle-ci dépend de ses savoir-faire (« le chronos est entre mes mains »), et de l'étendue de sa compétence (« la qualité de mon travail je la vois ») qui non seulement lui permet d'agir au mieux, mais aussi d'évaluer le résultat de ses actes. Il serait cependant excessif de ne voir là que l'opposition entre deux opérateurs dont l'un (*S2*) serait plus assujéti que l'autre à la définition par la hiérarchie de « ce qu'il faut faire » et « comment le faire ». En réalité, ses arguments témoignent non d'une dépendance vis à vis des normes, mais – dans son cas aussi – d'un choix raisonné. Ce choix est d'ailleurs illustré par les arguments qui suivent (« chaleur reçue par la pièce », risque de « ruptures », « détérioration » de la zone, « température constante », etc., TP2, 54:15 – 01:05:00).

On préférera conclure sur ce point que les deux opérateurs témoignent de la diversité des arbitrages possibles face à des injonctions formelles du prescrit en matière de *temps de l'action*. Il est clair que celles-ci peuvent servir de référence, mais c'est : dans le cas de *S1* pour les limites (partagées par le client) à ne pas dépasser dans son appréciation personnelle des gestes nécessaires ; pour l'autre (*S2*), il s'agit en revanche de références techniques permettent d'objectiver le processus physique mis en œuvre par la soudure, ce qui le décharge en partie de ses responsabilités à cet égard, et lui permet d'exiger des moyens de travail (outils, protections) nécessaires à la conformité exigée.

Les opérateurs, soucieux de qualité et d'efficacité l'un et l'autre, gèrent différemment les paramètres garantissant au mieux, selon eux, l'atteinte du but qui leur a été fixé. Ils s'assignent pour cela des objectifs intermédiaires différents, en investissant dans leur activité des ressources différentes.

Le rapport à l'outillage

On a mentionné ci-dessus comment *S1* justifiait un changement d'électrode, apparemment défectueuse. Sans que les problèmes éventuels liés à l'outillage ne soient mentionnés dans ses commentaires. On retrouve une référence indirecte à ce problème dans TP2, 32:14, lorsqu'il affirme que le revêtement des électrodes doit être de bonne qualité afin d'éviter des défauts. On a pu noter, déjà, que le repérage et l'élimination de ceux-ci dépendaient de la vigilance de l'opérateur. En revanche, le débat entre les deux soudeurs qui précède cette remarque fait apparaître une nouvelle divergence entre des positions caractéristiques. La cause en est l'adaptation (ou l'inadaptation) d'un outil crucial : la pince à électrodes. Alors que *S1* mentionne légèrement le fait que celles-ci peuvent être inadaptées suivant la taille des électrodes, entraînant certains risques mineurs, *S2*, pour sa part, incrimine nettement les équipements fournis par l'entreprise, notamment les protections individuelles. Il reste que sa mise en cause de la qualité des pinces, après le propos de *S1* ouvre des perspectives différentes à l'interprétation : l'entreprise devrait assurer l'adaptation de l'outillage aux opérateurs, sur la base d'une analyse des gestes professionnels (24 :00 - 27:34). Il poursuit en signalant la nécessité de travailler « dans de bonnes conditions pour réussir des soudures correctes » (horizontales, dans ce cas). Plus loin, et toujours en enchaînant sur les remarques ci-dessus, *S2* reformule une question que l'on avait déjà évoquée en dialoguant avec *S1* (TP1). Il justifie l'emploi de la main gauche en soutien de la droite : « Lorsque je soude avec un calibre de 5, *celui-ci est trop lourd*, ainsi j'ai besoin de cette main afin d'éviter des vibrations, des oscillations » (37:10). Il émet un avis différent de celui de son collègue, qui de son côté parlait de la nécessité de gagner en précision, sans évoquer la fatigue ou un poids excessif de l'outil.

Cette question paraît cruciale. A nouveau, après le débat sur la contrainte de temps, elle révèle l'existence d'attitudes différentes des opérateurs vis à vis des relations complexes entre but du travail, objectifs personnels, prescriptions, moyens et ressources. Alors que le second (*S2*) affirme que l'équipement et la

fourniture d'équipements adéquats conditionne un travail de qualité (en sécurité) et incombe à l'entreprise, le premier (*S1*) accepte de *faire avec ce qu'on a*, au prix d'une adaptation inverse : celle des gestes professionnels à l'outil. On est donc bien en présence, à nouveau, de conceptions divergentes de la façon de gérer les relations.

Hypothèses et propositions

On pense pouvoir résumer la somme des contradictions énumérées dans les deux derniers paragraphes ci-dessus par les hypothèses qui suivent.

Le travail des soudeurs est encadré par des prescriptions et des normes techniques précises et impératives. Une formation professionnelle initiale leur est donnée. Elle est reprise par des actualisations périodiques. En théorie, ces formations garantissent leur maîtrise des gestes professionnels. Les buts fixés dans le travail doivent être atteints dans le respect des consignes et des modes opératoires. L'exécution des tâches fait l'objet de contrôles périodiques (y compris en cours d'exécution, toujours en théorie) et à différents niveaux.

Première série d'hypothèses : la précision des prescriptions, des exigences de qualité, du fait même de leur importance, créent elles-mêmes les conditions potentielles de variations imprévisibles : une pince à souder trop légère par rapport à l'électrode, un siège trop inconfortable ; une prescription très stricte oblige l'opérateur à *ruser* pour atteindre le but, ou encore à se donner des objectifs personnels intégrant les variations découlant de la rigueur des prescriptions. Dans ce cas, les opérateurs se trouvent dans l'obligation de gérer des situations dont la dégradation n'entre dans aucune catégorie prédéfinie de problèmes. Ils doivent définir des objectifs personnels, comme *S1* (voir TP2). Ces objectifs intègrent la réalisation des tâches fixées, la vérification et au besoin la modification – voire la création – de conditions permettant cette réalisation (*des soudeurs modifiant ou fabricant leurs propres outils*).

C'est le degré d'expérience des opérateurs qui rend possible l'expression de leur compétence : cette expérience peut permettre un maximum d'efficience dans la maîtrise des situations de travail, dans l'usage des moyens de travail.

Inévitablement, ces diverses contradictions engendrent des différences d'appréciation et de positionnement face à la nécessité d'organiser et de gérer leur propre activité par les opérateurs. Des différences se manifestent dans les façons de traiter les obstacles à la réalisation de leurs objectifs.

Ces différences peuvent apparaître notamment dans les rapports de l'un et de l'autre aux prescriptions et aux outils (voir l'opposition entre *S1* et *S2* dans TP2). La présente étude permet en effet de constater que les points de vues des deux soudeurs varient considérablement sur la validité des prescriptions, leur respect, sur les outils et les conditions de travail.

Il n'en reste pas moins que chacun oriente son activité vers la réalisation des tâches prescrite, dans le respect des contraintes techniques, tout en recherchant l'atteinte de la meilleure qualité possible du travail, par la prévention de défauts possibles.

Dans cette relation aux prescriptions : un opérateur peut reconnaître dans le détail la validité des instructions et des standards techniques ; il peut par exemple admettre la nécessité de respecter les contraintes de temps fixées par les fiches, en cernant du mieux possible les inévitables variations. Dans ce cas il attendra de l'entreprise un respect équivalent de ses conditions de travail et de l'adaptation des ressources et moyens mis à sa disposition : cas de *S2* dans cette étude.

S'il doit remédier à des défauts des conditions ou de l'outillage, alors cette dimension de l'activité compliquera la réalisation des objectifs, qui s'éloigneront du but, coûteront du temps, de la fatigue, des ressources, et peut-être une mise en danger.

Un autre opérateur, engagé dans une démarche de gestion différente, peut se libérer en partie des prescriptions et des standards, en faisant jouer expérience et compétence : cas de *S1*. Dans ce cas, ses objectifs intégreront dès le départ la réalisation des conditions nécessaires à l'atteinte du but ; de ce fait, considérant qu'il peut s'adapter à des moyens de travail partiellement inadéquats, il acceptera de surmonter des obstacles plus variés à la réalisation

de sa tâche : traitement d'informations plus nombreuses, apparition de difficultés moins prévisibles, investissement physique et mental plus important.

On proposera de considérer, en guise de conclusion provisoire, que la recherche par des opérateurs qualifiés de solutions diversifiées face aux problèmes qu'ils rencontrent constituent la réponse à des difficultés objectives qui ne sont pas prévues par la conception et l'organisation du travail. C'est pourquoi leurs contributions personnelles à cette recherche de solutions diffèrent, ou divergent parfois sensiblement : loin d'être anormales ou dangereuses, ces divergences constituent au contraire un gage d'efficience et d'efficacité dans la prévention des défauts de qualité. C'est pourquoi également la recherche d'une qualification élevée des opérateurs, doublée de conditions favorable à l'élaboration d'une expérience professionnelle solide et partagée, offre probablement un maximum de garanties de ce point de vue.

Transcription - Partie 1 : auto-confrontation du premier soudeur

2:59 - le four doit être près de l'opérateur, le plus près possible

3:50 - on doit montrer à l'inspecteur extérieur quel type de matériel on utilise ; on ne peut pas en faire à sa tête

5:00 - la propreté est une question importante ; on nettoie entre un cordon et un autre

7:30 - on voit si la soudure est propre, brossée, ou avec la fraise, ça ce voit ; quand moi j'ai nettoyé, et lui ne l'a pas fait, je l'ai vu, j'ai nettoyé

7:56 - maintenant on voit qu'on met une électrode, on réussit à faire notre cordon, tranquillement

8:31 - au départ, pour la précision, seulement au départ, pour m'aider, après on arrête parce que la seconde main ne sert plus ; parce qu'au départ on va un peu en arrière, ensuite on avance ; on commence par 2 cm en arrière, comme ça il n'y a pas de porosités ; avec cette façon de faire il n'y a pas de pores

9:37 - aussi si l'électrode est réchauffée, ça ne devrait pas faire de porosité ; l'électrode est réchauffée pour éviter ces défauts

9:48 - cette façon... ne pas partir tout de suite, mais retourner en arrière sur 2 cm, après on avance

10:12 – maintenant on est entrain de mesurer la température, pour voir si on peut faire un autre cordon ou s'il faut attendre 5 minutes ; en attendant on nettoie ; c'est un procédé qu'on utilise toujours

11:00 – au début on part peut-être à 150°, mais en travaillant, en travaillant, on arrive peut-être à 250° ; alors on attend quelques minutes, et pendant qu'on nettoie la température diminue

11:24 – on a des règles à respecter, des règles établies par le client, et aussi par nos ingénieurs ; l'ingénieur décide quand il fait les tests ; ils font des fiches, et ensuite ces fiches il faut les appliquer, ne pas faire ce qu'on veut ; on a des paramètres qui indiquent l'ampérage, le voltage, la température, toutes ces choses qu'on doit respecter

12:00 – non, pour le temps, c'est moi qui décide, parce que je vois si je peux faire ou non, il n'y a pas de temps établi, le temps je le gère moi-même, comme le nettoyage, (...) je gère moi-même, si l'on se sert de la meule, ou un peu de la fraise, c'est moi qui décide d'en faire un peu plus ou un peu moins... ; ça dépend de la personnalité, il y en a sans doute qui soudent sans nettoyer, ça change d'une personne à l'autre... peut-être un coup de brosse, et ça suffit... par sécurité en plus, un petit coup avec la fraise à aiguilles, c'est toujours mieux –
13 :06

Durant cette première partie, l'opérateur S1 se livre à différents commentaires techniques, détaillant au début le mode opératoire prescrit pour la soudure qu'il effectue. Mais le plus important réside dans l'apparition de plusieurs thèmes que l'on retrouvera par la suite : la *température* (dès 2:59, à propos des électrodes), ainsi que ceux de la *propreté* (5:00) et des *défauts* à prévenir (10:45), sans oublier la question des contrôles.

Même si l'on reste dans le domaine des commentaires explicatifs, on voit clairement apparaître ce que l'on nommera une préoccupation dominante (éviter les défauts), et surtout un véritable « organisateur » de l'activité, la *température et sa maîtrise*. C'est particulièrement remarquable en 10:12, car S1 interrompt lui-même le déroulement du film pour signaler qu'il est « en train de mesurer la température ». En réponse à une question plus précise, il détaille les *règles* de la prescription technique (11:48).

Pour finir, cette partie initiale se conclut de façon remarquable par l'une des caractéristiques du positionnement professionnel de S1 : interrogé sur

l'existence ou non d'une contrainte temporelle, il le nie et met en avant sa propre responsabilité. Alors que le prescrit paraît extrêmement précis (mesures, fiches, etc.) l'opérateur saisit l'occasion que lui fournit l'évocation de son rôle personnel dans la détermination du temps d'attente pour réunir tout ce qui prouve à ses yeux sa responsabilité dans la qualité du travail. « ...comme la propreté ».

Pour la première fois, une contradiction apparaît, que *S1* développe : des « fiches » existent... mais la mise en œuvre dépend de lui pour ce qui ne peut pas être standardisé : l'estimation du temps d'attente. Il poursuit en revenant sur la question de la propreté, et associe le soin apporté à cela à la question de la sécurité : il y aurait donc une relation propreté/sécurité.

On y verra une seconde préoccupation, après celle de la qualité : élimination des défauts.

20:00 – je contrôlais à l'œil, parce qu'à cet endroit quand on soude on cherche à faire tout uniforme, parce que si on fait plus ou moins, on a ensuite plus de difficultés ; si vous le voyez, on allait de la droite vers la gauche, et ensuite on fait une électrode de gauche à droite, pour compenser le matériel qu'on dépose dessus

20:45 – c'est pourquoi à la fin, comme vous le voyez, on a fait les bords extérieurs, aux extrémités, sur les trois côtés, pourquoi ? pour corriger les défauts qui apparaissent aussi bien au début qu'à la fin de l'électrode

21:03 – alors en ajoutant un peu de matériel, d'après moi, quand on revient dessus, on arrive à régulariser notre plan de travail

23:00 – si l'opérateur veut aller plus ou moins vite ; plus il accélère moins il dépose le matériel ; alors on peut évaluer ce qu'on veut faire

23:20 – quand avec une électrode on réussit à faire tout un cordon assez bien, alors on fait avec une seule électrode

23:27 – vous voyez, il en reste peu

23:31 – les scories, vous voyez, s'en vont toutes seules, inutile de taper... on voit que l'ampérage est exact

24:01 – quand ça ne se détache pas, c'est que l'ampérage doit être réglé un peu mieux

24:40 – je fais de la propreté sur le côté, pas par dessus, ça ne sert à rien

25:00 – la propreté sur le côté, parce que le cordon quand on soude va dépasser l'autre cordon de moitié ; alors je nettoie de côté, j'enlève un peu de scories, je donne un coup de brosse, pour enlever les résidus de poudre, ce n'est pas un gros travail, la meule à disque est inutile, seulement une petite fraise

29:50 – j'ai changé, pour compenser; quand je pars de la droite vers la gauche, au départ il y a plus de matériel, et moins à la fin, parce qu'au bord on a une température déjà plus élevée ; alors pour compenser ça on inverse et on fait le contraire; un coup à droite, un coup à gauche, comme ça on compense le matériel qui manque; comme ça on réussit à équilibrer

31:46 – si on avance toujours de droite à gauche, on aura peut-être 120 mm d'un côté, 115 de l'autre, à la fin; de la sorte, on ajuste sans attendre la fin

32:43 – à l'œil, parce que plus ou moins nous voyons à la fin seulement le matériel que nous mettons; quand vous commencez le matériel s'accumule plus, à la fin, au contraire, le matériel fond plus parce que l'électrode est plus petite et encore plus chaude ... on a moins de matériel sur ces 2 cm ; ça fait peu de différence, ces 2 cm, de même, si vous faites 1 mètre de soudure, c'est toujours à la fin qu'il manque ces 2 cm; ou on fait l'ajustement à la fin, ou si l'on veut faire, si possible, tout de suite, cordon par cordon, on avance en faisant le niveau tout de suite; moi, et d'autres aussi, nous faisons comme ça – 33:44

34:00 – quand on a un cordon uniforme, 2 ou 3 cordons égaux, c'est plus beau à voir, ça forme une couche plane, après au contraire, quand on avance en ajustant, les soudures ne sont pas belles à voir ; pas de petits bouts, mais une soudure linéaire, qui soit uniforme, pas de petits bouts, un seul de gauche à droite; même si une seule électrode ne suffit pas pour faire une soudure, même avec quatre électrodes ; on finit, on recommence là où on a fini, on nettoie, et ça repart – 35:13

37:00 – ce n'est pas difficile, c'est une question d'habitude ; dans notre métier, il vaut mieux être ambidextre ; on ne peut pas tout faire de la main droite

Après un commentaire technique (au sujet du thermomètre) S1 s'engage dans la justification des gestes qu'on le voit accomplir. Il est notable qu'il éprouve de lui-même ce besoin de justification. La question se pose alors : obéit-il à une règle de métier, ou bien est-ce un choix personnel ?

Cependant, on observe que c'est bien l'opérateur qui évalue à l'œil le niveau des bords respectifs, montrant clairement son engagement corporel et subjectif. Suite de l'évaluation subjective du niveau des cordons, d'un bord à l'autre : il choisit de réaliser d'abord les extrémités (20:45), pour pouvoir corriger les défauts internes et *régulariser le plan de travail* (21:03).

On est totalement sorti du commentaire pour s'engager dans l'argumentation par S1 de ses choix. C'est flagrant lorsqu'il juge de la rapidité avec laquelle il déplace son électrode (23:00). Ce choix (dicté aussi par la variation de température ?) est à double effet (23:20). On remarque en effet que le prescrit (les fiches) ne peuvent supplanter son arbitrage, car dans ce cas les rapports entre les composantes de l'activité sont trop complexes.

Il est difficile de déterminer les parts respectives du prescrit, de l'expérience collective, de l'initiative personnelle pour compenser les difficultés réelles du travail. S1 livre un critère d'appréciation (23:29 et ensuite) permettant de se poser concrètement la question : qu'est ce qui relève du *métier*, qu'est ce qui relève de l'expérience personnelle? On peut conclure provisoirement que l'on est dans l'expertise collective, traduite par l'expression d'une compétence particulière. La question reste posée, mais dans tous les cas, au niveau de l'action, les choix incombent à S1 et à lui seul (29:50).

On note la réapparition du thème de la *beauté* (34:00), associé de façon manifeste à l'affirmation des choix personnels de l'opérateur : « moi, je fais comme ça » (33:34).

Le thème de la température réapparaît (42:26). Dans ce cas il s'agit de la température prescrite pour éviter les fêlures, la température de consigne, prescrite pour la pièce de base. Il semble bien que S1 passe rapidement de la température nécessaire à l'extrémité des cordons, difficile à maintenir dans les passages précédents, à cette dernière idée de température. Cela laisse dans le flou la capacité qu'il doit mettre en œuvre pour veiller à la température nécessaire de « ces morceaux là », une température « juste ». La question se pose évidemment de savoir comment faire en sorte que celle-ci soit maintenue, même si elle reste mesurable (?) par le thermomètre.

En d'autres termes, c'est la combinaison de la vitesse d'exécution, de l'évaluation de l'épaisseur nécessaire, etc. qui contribuent aussi à éviter les défauts sur ces « morceaux ». C'est non seulement à nouveau la question de l'expertise et des décisions compétentes qui émerge, mais aussi la préoccupation liée aux défauts qui se manifeste.

Le film permet de constater que le soudeur effectue des déplacements partiels, rapproche son visage du plan de la soudure, etc. En fait, sous l'apparence d'une question purement posturale, c'est un nouveau problème qualitatif qui apparaît, ainsi que le révèle la suite (49:55, 50:30). On note d'abord que l'opérateur invoque la mauvaise visibilité (48:55) pour justifier un changement bénin. Mais alors, cette remarque de lui-même provoque un déplacement du problème : la rectitude des « lignes » (« ni trop haut ni trop bas »).

39:11 – comme référence on a le cordon voisin ; le premier se fait à l'œil, et ensuite c'est automatique, l'un sur l'autre, ça se chevauche plus ou moins à moitié ; si vous regardez, ce n'est pas plat, le cordon de soudure est toujours un peu bombé, donc il est plus bas à l'extrémité, la partie centrale est toujours plus haute, alors en dépassant au milieu elle va recouvrir ; si c'est trop large, un intervalle se produit au milieu

42:26 – ces morceaux sont toujours maintenus à la bonne température, tout à chaud, parce que si aucune soudure ne peut se fissurer, on peut avoir un défaut de fissures qui peut se voir ou non à l'œil, alors on a là cette température toujours constante, il ne s'agit pas qu'elle diminue et après elle monte à 150°, ce qui peut causer des défauts ; même quand c'est fini, que plus personne ne travaille, on maintient toujours allumé, même la nuit

48:55 – c'est fatiguant de bien regarder, la vision est un peu retenue par la pièce supérieure ; au fond, en profondeur, c'est plus difficile parce qu'on doit voir aussi la limite où on doit finir, on doit tenir la ligne, ne pas dépasser, ou trop en dedans ou trop au dessus, alors il faut bien regarder – 49:42

49:55 – on a vu que la base est finie, on fait l'extrémité, je fais un cordon à l'extrémité pour ajuster les angles, de manière à ce qu'après, quand on passe à la couche supérieure, les angles soient déjà un peu construits

50:30 – on a vu que la base est finie, on reconstruit un peu les angles, de manière à avoir ensuite un peu de matériel en plus quand on fait une autre

couche ; faire l'ajustement maintenant pour ne pas le faire après ; ensuite, quand on va passer par dessus ça ne se voit plus, on ne voit que ce qui dépasse

51:50 - si l'inspecteur vient, il doit savoir ce que tu as utilisé, c'est important de faire ça, même s'il y a deux matériaux différents, de l'acier ou du fer, il vaut savoir le quel est dedans ; les inspecteurs peuvent contrôler ce que nous sommes en train de faire, ils peuvent mesurer la température des électrodes, la température de la pièce que nous sommes en train de souder, et le four aussi, si par exemple il est arrêté ; ce sont des règles à respecter ; elles sont très importantes - 53:04

53:36 - le cadre étant fait, ensuite c'est prêt pour faire une autre couche par dessus

54:11 - il y a toute une procédure de nettoyage, on doit travailler dans des conditions de propreté suffisantes, de sécurité et de propreté

55:36 - ce processus n'est pas le même que quand on fait le plan, là il faut se dépêcher un peu plus, parce que comme il s'agit de l'angle extrême, le matériel chauffe plus et a tendance à tomber, alors il faut faire plus vite, on ne peut pas charger cet endroit, il faut mettre juste ce qu'il faut parce que l'angle, à l'horizontale, a tendance à tomber ; en fait j'ai aussi changé d'électrode, on ne peut pas faire un angle avec une électrode de 5, j'ai utilisé une électrode de 4 mm

59:30 - si c'est bien fait tout de suite, alors inutile de faire des réparations ensuite

59:50 - j'ai choisi de faire le meulage parce que ce cordon là est fait à l'horizontale, alors la soudure a tendance à tomber, alors avant de faire le cordon supérieur je nettoie, pour la propreté et aussi pour l'avoir comme référence

L'enchaînement se poursuit avec la « construction des angles » (ou arêtes, ou corniches). Plusieurs considérations s'entremêlent alors :

- « c'est fini » : les angles vont donc servir de référence à l'ajustement des lignes, mais leur hauteur ne s'évalue pas précisément (« ça ne se verra plus... »), etc.
- il paraît clair que S1 s'implique personnellement dans les décisions prises, surtout dans la projection de son discours vers un travail pas encore terminé. L'hypothèse évoquée d'un « style » personnel semble se renforcer.

Nous pensons qu'à partir d'une question simple, une configuration complexe s'est révélée, soutenue par le thème de l'épaisseur de « matériel » déposé, qui affleure depuis le début du processus, mais se révèle finalement important lui aussi. On fera donc l'hypothèse provisoire suivant laquelle l'opérateur obéit à une conception (un *modèle* complexe) de son travail, conception qui organise – réorganise son activité, i.e. non seulement les gestes de l'action mais aussi leur successions temporelles, leur qualité (vitesse, épaisseur) croisée avec des critères de jugement subjectifs auxquels s'ajoute la contrainte (51:50 : « si l'inspecteur vient »).

Cette modélisation personnelle est elle même partiellement déterminée par des contraintes objectives, dont la prescription très étroite, les contrôles précis, et la « prescription ascendante » émanant des matériaux et des outils.

Transcription - Partie 2 : auto-confrontation des deux soudeurs

5:19 – S2 : disons que tous les trois, quatre cordons, j'effectue un contrôle de température avec les thermomètres dont nous sommes équipés.

S1 : tous les trois, quatre, ou deux ? comme l'on veut, l'important ...

S2 : ... trois, c'est plus correct

S1 : il n'y a pas de temps défini, si la température est de 210°, alors, éventuellement il vaut mieux faire un contrôle tout de suite, pas à trois, parce qu'alors nous allons au delà de 250° ; ça dépend, si l'un part de 150°, il peut faire facilement quatre cordons sans atteindre aussitôt 250° ; en partant de 220° tu ne peux pas faire trois ou quatre cordons, sinon tu arrives aussitôt au maximum ; tout dépend de la température de base que nous avons, alors nous pouvons continuer...

Les deux ne sont pas d'accord. Pour S2 la moyenne est plutôt de 3. En revanche S1 propose plutôt 2, tout en précisant que plus les cordons sont nombreux et plus le risque est élevé d'atteindre ou dépasser les 250°. Il ajoute qu'en définitive tout dépend de la température de départ. Visiblement, le désaccord est dû aux positions respectives des soudeurs : l'un considère qu'il est « correct » de faire trois cordons, alors que l'autre préfère évaluer la situation et prendre une décision adaptée.

11:43 - DF/GR : lorsque vous dites « mieux vaut perdre quelques minutes » c'est par rapport à quoi ? y a-t-il ou non un temps défini ?

S1 : non, nous n'avons pas de temps défini ; personne ne nous dit « tu dois faire ce travail en 10 heures » ; c'est toi qui décides du temps nécessaire.

DF/GR : autrement dit, si à la fin d'un service vous n'avez pas achevé ce que vous pensez faire, que se passe-t-il ? toutefois vous devez respecter ...

S1 : non, non, non, il ne s'agit pas de dire : « je dois finir ce travail pour 14 heures » ; si je n'ai pas fini, l'autre équipe le fera ; il te suffit d'aller voir le chef d'équipe et de lui dire que le travail est inachevé

S2 disons que...

S1 : il faut aller trouver le chef d'équipe, qui envoie alors ensuite une autre personne pour achever ce travail ; nous ne sommes pas tenus de terminer aujourd'hui, ce n'est pas impératif ; l'autre équipe peut le faire ; si elle n'y arrive pas, une autre le fera ; nous faisons trois services, si pendant ces heures on arrive à terminer le travail, alors c'est bien, sinon nous continuons à la rigueur deux heures, ça oui ; en effet, les travaux sont importants ; c'est selon ; ce sont des travaux qui demandent parfois trois services de 8 heures, et même parfois...

S2 : ... des semaines ...

13:24 - DF : si j'ai bien compris, l'objectif fixé est sans contrainte de temps ?

S2 : pour la soudure, il existe une règle standard, chaque soudeur devrait faire tant de mètres par jour, comme on me l'a expliqué ici ; toutefois, le soudeur est plus ou moins rapide ; on n'est pas aux pièces

S1 : qui est plus rapide, qui l'est moins...

S2 : pendant la journée, je fais ce que je peux ; l'important est de bien le faire ; cependant, il existe des paramètres, autrement dit, je ne peux faire un mètre de soudure en 8 heures ; la mesure exacte de la quantité, je ne sais pas, mais je me rappelle ça

S1 : de toutes manières, l'ingénierie a des paramètres établis ; pour faire un mètre de soudure linéaire l'ingénieur a par exemple prévu 2 heures ; si quelqu'un en fait 3, il n'arrive rien

S2 : ... d'ailleurs, chaque séquence ...

S1 : ... pour autant, il ne s'agit pas d'employer 2 jours pour réaliser un mètre de soudure, d'accord ? tu dormais alors ? c'est absurde

S2 : il y a la verticale, au dessus de la tête, chaque séquence de soudure a son temps propre ; moi, pour souder à la verticale, je mets plus de temps que la soudure plane

14:54 - GR : il y a une tolérance ?

S1 : oui, car pour tous les travaux exécutés l'ingénieur procède à des calculs, tout est programmé ; après du laboratoire on vient le dire à l'usine, à l'atelier ; toutefois, on ne nous dit pas : « ceci tu dois le faire en 5 heures », non, le temps ...

S2 : c'est aussi parce que c'est une soudure qui doit être réalisée avec beaucoup de soin, tu ne peux pas jeter les cordons à l'aveuglette ; chaque

couche, chaque cordon, je tiens à ce qu'il soit nettoyé à la brosse, à la meule, avant de passer au nouveau cordon

S1 : il y en a toujours un qui est plus rapide, ou plus méticuleux, mais nous sommes là, il n'y a guère de différence ; il finit 2 heures plus tôt, 3 heures plus tard, cela ne change rien ; le méticuleux polit davantage, prend davantage de soin ; le moins méticuleux travaille plus vite, mais aucun chef ne te dira : « pourquoi n'as tu pas fini ce travail à l'instant ? » ; non, ce n'est pas comme ça ; ce n'est pas le type de travail que nous puissions faire ici

S2 : l'important, c'est de s'accorder la satisfaction de l'avoir bien fait, sinon ça constituerait une dépense pour l'entreprise ; il est inutile que j'accomplisse le travail à toute vitesse si je dois réparer après ; s'il faut 8 heures et 8 heures encore pour réparer, du point de vue économique c'est une perte - 16 :23

Passage important, soulignant bien la problématique centrale rencontrée et travaillée par cette activité de soudure :

- il n'y a apparemment pas de contrainte de temps formelle - les contraintes sont techniques, émanent des propriétés des matériaux, des réactions, de l'outillage qui font l'objet des prescriptions et des contrôles ;
- c'est la qualité qui prime dans cette industrie qui fonctionne comme prescription impérative.

Cela signifie donc qu'entre l'étroitesse des contraintes techniques et l'obtention obligatoire de la qualité, la marge de manœuvre des opérateurs est plutôt faible alors que leur responsabilité est importante. De ce fait, les contradictions et débats intérieurs observés chez S1 ci-dessus, les désaccords latents ou exprimés entre lui et S2 prennent beaucoup d'importance.

A noter également la réflexion de S2, montrant bien comment il conçoit les rapports entre éléments de l'efficacité et de la productivité du travail : selon lui, un travail exclusivement soumis à la contrainte de temps peut s'avérer contre-productif, ce qui donne un aperçu des critères d'appréciation qui sont les siens : respect des consignes et des normes, « correction », mais dans la limite d'une rationalité économique pondérée par la recherche d'une meilleure qualité.

Configuration classique de la transmission des données et informations sur l'évolution de la tâche en cours, dans toutes les industries en continu ou semi-continu.

24:00 – S1 : j'expliquais à Monsieur pourquoi j'opérais de droite à gauche et de gauche à droite

S2 : si l'on procède ainsi, c'est parce que si l'on commence toujours à gauche il se produira une accumulation de matière du côté opposé, alors on a tendance à faire un cordon à droite et un à gauche pour avoir une soudure homogène et obtenir plus ou moins la même épaisseur ; si tu commences toujours du même côté, tu accumules plus de matière de ce côté, ce serait alors un plan incliné

S2 [à S1] : d'après toi, il ne faudrait pas améliorer l'outillage ?

S1 : au sujet de l'outillage, il n'y a rien à améliorer ; la position est pratique, on ne peut pas en chercher une autre différente

S2 : pourtant on pourrait étudier le moyen de faire des pinces plus légères

S1 : celle-là est légère, car c'est une pince pour le nucléaire ; ce que je vous montre, c'est un petit câble assez souple

S2 : il est aussi ignifugé...

S1 : il est ignifugé, un câble pour le nucléaire ...

S2 : je le répète, chaque soudeur a ses préférences ...

S1 : chacun de nous essaie d'avoir des outils personnalisés ; moi j'ai trouvé cette pince, pour moi elle est très bien parce qu'elle est très légère, on ne la sent pas dans les mains, elle ne brûle pas facilement comme un câble normal ; celle que j'ai est bonne, bien que différente de la sienne

S2 : elle est un peu plus lourde ; je répète ce que j'ai dit hier : ceux qui étudient, qui inventent les outillages, devraient le faire en présence de quelqu'un qui détient l'expérience du travail, car l'entreprise est attentive aux économies ; d'habitude c'est comme ça que l'on fait, pourtant, même celui qui conçoit, comment peut-on dire que cette pince convient au soudeur ? pourquoi ne pas avoir auprès de soi la personne qui conseillerait, et sortir un produit qui soit assez maniable ? tout est là, plus léger il est, plus il le sera dans les mains

S1 : moi par exemple, à présent, je me sers d'une pince plus grande, admettons que c'est une pince de 500 ampères, parce qu'en fonction de l'électrode dont je me sers je ne peux pas utiliser une pince de 250 ampères, qui devient brûlante après 3 électrodes, et que je ne peux plus garder dans la main ; il y a aussi des pinces de 250, 350, et même 400 ampères ; plus l'électrode est grosse, plus la pince doit l'être aussi, sinon elle chauffe trop ; évidemment, si je dois utiliser une électrode de 2 ½, je ne peux pas me servir d'une grosse pince, ça n'a pas de sens ; ici pour le travail que je fais, cette pince est celle qui convient, si je devais utiliser de petites électrodes je changerais la pince, j'en mettrais une plus petite - 27:34

Nouvel indice, inaperçu jusqu'à présent : la conception de l'outillage n'est pas forcément la mieux adaptée aux difficultés du travail.

Les opérateurs doivent donc faire face à deux niveaux de difficultés :

- contraintes techniques élevées, compliquant la recherche de réponses adaptées au niveau d'exigence ;
- outillage plus ou moins inadapté : deuxième niveau de contrainte, divergente cette fois.

Les nuances persistent entre les deux soudeurs. *S1* insiste sur l'inadaptation relative de l'outil, là où *S2* met l'accent sur une recherche de plus grande précision du geste, en fonction de l'outil utilisé. Il est clair que les différences d'appréciation, plus ou moins tranchées, éclairent les divergences dans la façon dont l'un et l'autre conçoivent leur contribution à la qualité du travail.

Le discours ici est de type revendicatif, pertinent sans être agressif. Sur la question, *S1* semble plus fataliste, même s'il s'associe parfois aux propos de *S2* : « Les tabliers ils sont comme ça, que faire ? »

On se souvient que dans le film *S1* opère un changement d'électrode après contrôle visuel, avant même de l'utiliser. Cet incident montre que l'opérateur, accablé de spécifications techniques et de modes opératoires prescrits, demeure responsable, en dernière analyse, des défauts imputables au matériel fourni.

54:15 - *S1* : oui, même la vitesse que l'opérateur devrait respecter est inscrite sur la WPS

S2 : à chaque ampérage correspond une vitesse

S1 : seulement, pour faire 6 centimètres, je mettais 10 secondes

S2 : si je travaille à 150 ampères, pour faire 10 centimètres je mets 15 secondes, si j'utilise 200 ampères je mets moins de temps, ou si je vais au-dessous de 150 ampères je mets plus de temps ; la WPS nous indique aussi cela

55:14 - *DF/GR* : vous pouvez faire varier la vitesse, toutefois, ce document vous dit ...

S2 : ... oui, il dit de ne pas sortir des paramètres

S1 : il y a toujours une tolérance

DF/GR : mais le document vous donne une idée de la vitesse à maintenir

S1 : par exemple, lorsque nous faisons des essais avec l'inspecteur, il veut chronométrer le temps de l'opération ; tu fais 10 centimètres de soudure, c'est chronométré, afin de savoir si tu es dans les temps ou non ; cela l'inspecteur externe du client

GR: le problème est le même, soit que l'on travaille trop vite, soit trop lentement, ou bien c'est pire trop vite ou trop lentement ?

S1 : non, nous avons une marge, il faut s'y tenir ; ainsi, pour le voltage, nous pouvons avoir de 20 à 30, ainsi pour l'ampérage qui en fonction de l'électrode peut varier de 200 à 300 ampères, puis le soudeur trouve sa règle ; nous avons les temps, nous devons tenir compte des paramètres, ils sont écrits

GR : avez-vous des difficultés pour respecter ces temps là? ou bien l'expérience ... ?

S1 : plus ou moins, l'expérience ; car nous n'avons pas de chronomètres - 56:52 - quand je dois faire une soudure le chronomètre il est dans ma main ; quand je vois une soudure homogène, qui me réussit, voilà ma vitesse, mon temps ; les règles sont écrites, mais la vitesse est relative et fonction de ce que je suis en train de faire ; ces règles sont pourtant écrites, elles sont écrites ; c'est comme le courant électrique ; ils disent : « l'ampérage va de 200 à 300 ampères », après, il y a celui pour qui ce sera à peine 200, pour moi ce sera peut-être 290, ou peut-être 220 pour une troisième personne, chacun au mieux de ce qu'il sent ; chacun en usera à sa manière ; toutefois, personne ne va chronométrer la vitesse ; sauf au début de l'expérimentation, si l'on est en présence du client, on doit commencer le travail et le client veut voir tout le procédé, le matériel utilisé, tout, la température, la documentation, alors il chronomètre, mais seulement au début, au moment de l'essai en sa présence

S2 : le chronomètre mis à part, ils font des études, des calculs relatifs à la pièce, à la chaleur qu'elle supporte avec cette vitesse de soudure

S1 : ce sont des brevets d'étude qui précèdent le travail, des calculs faits en laboratoire par les ingénieurs qui donnent ensuite la marche à suivre puisqu'ils l'ont déjà mise en pratique ; ce ne relève pas de l'invention ; tout est expérimenté d'abord avant la mise en œuvre ; d'ailleurs nous avons un laboratoire dans l'école qui permet d'expérimenter ; quand tout est OK, alors on y va

S2 : disons que la plus grande partie, la plus importante du morceau à souder est celle qui va du chanfrein jusqu'à 7 mm, autrement dit la zone dénommée thermiquement altérée ; là non [indique l'écran vidéo] car elle est sur le plan qui est assez étendu ; personnellement si je dois remplir un chanfrein en V sur un tel morceau, si je pose cordon sur cordon, c'est là que se trouve la partie la plus faible de la soudure

59:30 - [S1 dessine au tableau] S2 : les cordons doivent être positionnés de cette manière : ici et dans cette zone, de là jusque là [il indique sur le dessin de S1], disons que c'est à cet endroit, il s'agit de l'endroit où se modifient les cristaux à l'intérieur de la pièce, on l'appelle la zone thermiquement altérée, c'est là que peuvent se produire aussi quelques ruptures

S1 : parce que dans les documents qui nous ont été remis, nous devons mesurer deux températures : l'une sur l'axe et l'autre à 7 mm de l'axe ; c'est la température que nous devons toujours contrôler, à la fois celle sur l'axe et l'autre à 7 mm de l'axe ; ce sont des règles que nous devons respecter ; mesurer la température à 200 mm n'a aucun sens

S2 : la température doit être relevée sur le matériau, la zone cruciale étant celle qui se situe autour des cordons de soudure ; ces cordons peuvent être sains et homogènes mais la pièce peut subir des ruptures, dans ce cas l'important c'est la température ; par conséquent on doit maintenir de manière constante la température indiquée sur la WPS, parce que c'est là que se produit la transformation des cristaux

S1 : comme nous l'avons dit précédemment, dans ce cas nous avons une soudure très simple ; lorsque nous allons faire une soudure de ce genre là [il désigne le tableau], sur une épaisseur de 100, 50, 30 mm avec un chanfrein en V, nous avons déjà pas mal de difficultés ; difficultés à chauffer, pas de problèmes, toutefois il y a plusieurs technologies à respecter, problèmes de ruptures, de retrait, entre deux soudures ça peut se casser, alors il est nécessaire de tout contrôler

S2: même si nous mesurons la pièce, on voit qu'elle se rétrécit ou s'allonge lorsqu'elle se refroidit, dans ce cas, moi j'utilise essentiellement le thermomètre sur la soudure circulaire, verticale ; la soudure emmagasine plus de chaleur sur la pièce par rapport à la soudure plane ; le plan est plus facile, donc au fur et à mesure que je fais une soudure le cordon se refroidit ; si au contraire je soude à la verticale, la chaleur s'accumule davantage sur la soudure, car avec une électrode je fais moins de soudure ; lorsqu'avec une électrode d'aplomb je fais 20 centimètres, j'en fais la moitié à la verticale ; là on accumule beaucoup de chaleur, donc on doit mesurer la température

1:03:37 - qu'est-ce qu'il te manque ici ? [à l'écran, le cadrage montre les pieds de S1]

S1 : oui, les guêtres, pour ma sécurité

S2 : si je peux donner mon avis, j'y suis opposé

S1 : les guêtres, vous savez de quoi il s'agit ?

S2 : je pense que le soudeur devrait être équipé de bottes, parce qu'on risque toujours d'être atteint par des scories, et c'est douloureux ; presque tous l'ont ressenti

S1 : à présent c'est une soudure plane, il n'y a pas de danger ; mais lorsque tu soudes à la verticale la scorie tombe toute seule, alors elle rebondit et atteint l'espace libre, elle s'arrête sur les pieds ; d'autant plus si tu travailles à la verticale

S2 : même au niveau personnel, si l'opérateur a envie d'utiliser les protections adéquates, il les utilise, ou non - 1:05:00

Les nuances persistent entre les deux protagonistes. Depuis le début de cette deuxième phase, il est assez clair que S2 se positionne différemment de son collègue sur certains points.

Ainsi, il continue à démontrer qu'il attache à la perte de temps une importance réelle. C'est en fait ce qui soutient son attitude face au souci de propreté de son collègue. Pour ce dernier (S1), propreté = sécurité, qualité (cf. TP1). Curieusement, il ne défend pas cet argument ici, se contentant d'une métaphore générale. Mais surtout, cela va de pair avec sa position personnelle à propos de la contrainte de temps, dont il affirme se libérer. S2, depuis le début, mentionne la limitation du temps de l'action. Il est manifestement plus sensible à la pression des normes, recherchant peut-être la qualité dans une application scrupuleuse, ce qui le pousse à se montrer plus exigeant sur les moyens mis à sa disposition (outils) ?

La contradiction entre les deux positions (cf. S1, TP1) est saisissante. Ici pas question de passages aux extrémités, ni de compensations. Cela signifie sans doute que S2 part toujours du prescrit et des normes techniques, alors que S1 part de la réalisation de la tâche concrète. Dans un cas comme dans l'autre, c'est la différence des points de vue qui importe.

S1 assume clairement son point de vue, et affirme son positionnement, plaçant l'autonomie qu'il revendique au dessus des autres déterminants. Il reprend et surtout consolide son parti-pris (voir TP1) à l'aide de formules attestant de la permanence de ses intentions (on réfèrera à nouveau à la notion de « préoccupations »):

- « le chrono est entre mes mains, la qualité de mon travail je la vois ».

Pour mieux caractériser cette intervention décidée, il l'argumente de façon logique :

- « en cours d'exécution, personne ne vient chronométrer.. »

- « ... au début de la commande, ... mais ensuite, plus personne ne vient contrôler ».

S2, de son côté, continue à éluder la dimension concrète de l'activité, pour développer l'explication technique la plus poussée. La divergence entre les positions respectives est flagrante.

Au début de la dernière période l'ambiance semble plus détendue, on aborde des questions diverses relatives à l'équipement, puis la confrontation entre les ouvriers devient plus idéologique.

Sans insister dans ce cadre sur l'opposition manifestée ici, on ne manquera pas de noter comment les divergences d'appréciation nettement exprimées ci-dessus, entre ces deux opérateurs qualifiés et expérimentés, s'enracinent dans un débat de valeurs. Il convient évidemment de ne pas schématiser celui-ci.

Analyse organisationnelle d'une activité de soudure

Bruno Maggi, Università di Bologna

Giovanni Rulli, ASL della Provincia di Varese, Università dell'Insubria

Objet et méthode de la recherche

L'analyse a concerné une activité de travail de *soudure manuelle*, se déroulant d'habitude dans une usine consacrée à la production de grandes composantes pour l'ingénierie nucléaire.

La recherche a utilisé la *Méthode des Congruences Organisationnelles*¹, dans son extension à l'étude des rapports entre travail organisé et santé. Comme toute méthode scientifique, la MCO représente un procédé ordonné de recherche, un ensemble de critères pour observer et interpréter la réalité, dérivé d'une théorie². Elle concerne l'analyse d'activités humaines : dans ce cas spécifique elle est utilisée pour l'analyse d'une activité de travail industriel.

L'analyse concerne la *description* de l'activité observée et de sa régulation (c'est-à-dire son « organisation »), l'*interprétation* des façons dont l'activité est configurée, à savoir des choix organisationnels qui la régulent, et l'identification de *choix alternatifs* pouvant induire des améliorations, d'*efficacité*, d'*efficience*, et de *bien-être* pour les sujets impliqués dans l'activité. La méthode, conçue comme méthode d'analyse organisationnelle, peut en effet être étendue aux rapports entre travail et santé, du fait que des instruments conceptuels qui la caractérisent permettent de connecter l'analyse organisationnelle – des choix en

¹ Pour une présentation exhaustive de la Méthode des Congruences Organisationnelles, voir : Maggi, 1984/1990: 103-126; 159-177. Pour une réflexion sur les connaissances et les compétences nécessaires à l'analyse du travail aux fins de prévention primaire : Maggi, 2003: II, 4.

² La théorie dont est dérivée la Méthode des Congruences Organisationnelles est la théorie de l'action organisationnelle proposée dès les années Quatre-vingt par B. Maggi, dénommée *théorie de l'agir organisationnel* (Maggi, 1984/1990; 2003; 2011).

cours et des choix alternatifs – et l'analyse biomédicale³ des conséquences de chaque choix.

L'analyse selon la MCO met en évidence le *processus d'actions et de décisions* constituant l'activité de travail, ses *résultats attendus*, et sa *régulation*.

Le processus de l'activité de travail est décrit en distinguant analytiquement :

- les *actions techniques* et leurs relations, prises en compte indépendamment des personnes qui les accomplissent ;
- *l'accomplissement des actions techniques*, avec tout ce qui le concerne : les personnes, les lieux, les temps, les modes d'accomplissement, l'engagement des personnes dans l'accomplissement des actions ;
- les *connaissances techniques* inhérentes aux actions, qui concernent : a) l'objet de la transformation ; b) les moyens de la transformation ; c) le processus de transformation.

L'interprétation permet d'identifier les éléments de *contrainte organisationnelle*⁴, produite par les choix – plus ou moins congruents – de conception et de structuration du processus d'action de travail. Le concept de contrainte organisationnelle constitue le lien entre connaissances organisationnelles et connaissances biomédicales : il permet d'identifier les conditions pouvant configurer des risques pour le bien-être des sujets agissants. Les *éléments de contrainte*, c'est-à-dire les aspects reconnaissables, « visibles », dans la réalité en tant que retombées de la contrainte, dérivent de : a) l'obligation stricte (admise par des conditions de certitude) ; la variabilité

³ Et éventuellement l'analyse ergonomique, ou de psychologie du travail. Sur le concept de bien-être on peut voir : Maggi, 2006 ; pour la définition de santé en termes de *processus perfectible* de bien-être : Rulli, 1996.

⁴ Le concept de « contrainte organisationnelle » (*Organizational Constraint*) a été stipulé par B. Maggi (1984/1990 : 139-158) dans le contexte de sa théorie de l'action organisationnelle. Par contrainte organisationnelle on doit entendre « la réduction de la liberté de choix du sujet agissant dans le processus d'actions et de décisions » : elle est donc intrinsèque à l'action organisationnelle. Elle est analysable et modifiable. L'analyse de la contrainte permet d'identifier les choix organisationnels pouvant produire des risques dans les situations de travail, et les choix organisationnels pouvant éviter « à la source » tout genre de risque. Le concept de « contrainte organisationnelle » est donc un *instrument d'analyse organisationnelle* crucial, qui peut être dirigé vers les fins de prévention.

d'espèce et de temps (admise par des conditions d'incertitude) ; c) le manque de congruence (entre deux ou plusieurs composantes de l'action organisationnelle).

La définition de « contrainte » n'implique pas de jugements de valeur ou des traits négatifs pour la santé dans tous les cas, et on ne peut configurer aucune conséquence déterminée de risque et de dommage face à chaque élément de contrainte identifié. L'analyse de la situation de travail, avec la contribution des connaissances biomédicales, permet de mettre en évidence des relations, et des hypothèses de relations, avec des risques pour le bien-être et avec d'éventuels dommages spécifiques.

Il est utile aussi de souligner qu'« obligation » et « variabilité » n'ont pas nécessairement des significations positives ou négatives, ou mutuellement exclusives. Dans certains cas, une rigidité procédurale excessive peut induire des risques pour le bien-être, ainsi que dans d'autres cas une incertitude non régulée de manière adéquate peut être source de risques.

On a procédé à la première phase de l'étude, *phase descriptive*, par la discussion avec les opérateurs impliqués dans l'activité de travail, à la suite d'observations directes (utilisant aussi les enregistrements vidéo des actions de travail réalisés par le Prof. Daniel Faiïta selon sa Méthode de l'Auto-confrontation), et par la consultation de documents. La *phase d'interprétation*, elle aussi conduite avec les opérateurs, a permis d'évaluer les choix organisationnels en cours, en termes de congruence par rapport aux objectifs du processus, dont le bien-être des travailleurs concernés est partie intégrante, et d'identifier des choix alternatifs visant l'amélioration de la situations de travail. La mise en évidence des éléments de contrainte impliqués par la configuration actuelle de l'activité de travail, et par des configurations alternatives possibles, a permis à l'analyse biomédicale et interdisciplinaire de formuler des hypothèses de possibilité et probabilité de *risque* et de *dommage* (plus ou moins mesurable) pour les sujets agissants, et par confrontation des hypothèses de choix adaptés à les éviter.

Un processus de travail de soudure manuelle

Le *processus de travail* analysé concerne un ajout, un complément, d'une épaisseur de quelques millimètres sur la surface d'une ailette - ou patte de support (*lug*, « ailette » en anglais) - d'un pressuriseur pour centrale nucléaire (PRZ). La structure externe du pressuriseur se présente, dans la situation de travail considérée, comme un cylindre de métal forgé de grandes dimensions (longueur d'environ 7 mètres, diamètre d'environ 2,5 mètres) allongé selon l'axe principal en position horizontale, c'est-à-dire parallèle au plan du sol d'un hangar industriel à espace ouvert, dans lequel s'accomplissent des activités de soudure, mécaniques, de mouvements d'équipements et de grands produits manufacturés ; de ce fait, aussi les *lug* se présentent horizontalement par rapport au sol. Huit couples de *lug* sont soudés sur le PRZ. La rotation préalable du cylindre permet de positionner parallèlement au terrain le couple de *lug* sur lequel il faut travailler ; la dimension du cylindre, et le soubassement sur lequel il est allongé et qui en permet la rotation, posent le couple de *lug* à une hauteur d'environ deux mètres par rapport au sol. La distance entre la surface inférieure du *lug* supérieur et la surface supérieure du *lug* inférieur est d'environ 15 centimètres : l'espace de manœuvre utile est donc complètement libre pour déposer le matériel sur la surface supérieure du *lug* supérieur, tandis qu'il est réduit à 15 cm pour l'ajout de matériel sur la surface supérieure du *lug* inférieur. L'opérateur impliqué dans le processus de soudure observé utilise un échafaudage métallique démontable, muni d'une petite échelle, afin de pouvoir travailler assis, sur un palier de l'échafaudage, les pieds appuyés sur le même échafaudage, face au *lug*, sur la surface duquel il ajoute des couches de soudure.

Le *résultat attendu* du processus de travail analysé est la dimension correcte⁵ (selon la conception) du *lug*, obtenue de manière excellente, et en sauvegardant la santé et la sécurité des sujets agissants.

⁵A la suite de la soudure des huit couples de *lug* sur le PRZ, le contrôle dimensionnel a mis en évidence, dans le cas spécifique, un manque de quelques millimètres : le processus de soudure observé a été activé, de ce fait, à cause de la nécessité d'ajouter les millimètres manquant, à savoir d'ajouter de l'épaisseur au *lug*. Il s'agit évidemment d'une exception dans le processus

L'*action technique* caractérisant le processus de travail consiste à étaler quelques couches de soudure sur la surface du *lug*. Plusieurs actions de support s'ajoutent à l'action de soudure, concernant l'équipement du poste de travail, la gestion d'outillages, le nettoyage de la pièce travaillée, la préparation du poste pour les phases de travail successives, comme il est spécifié ensuite dans le détail.

L'*accomplissement de l'action technique* de soudure et des actions complémentaires concerne : qui accomplit l'action, où, comment ; les temps ; les modalités d'engagement.

Les actions du processus de travail observé sont accomplies par un opérateur. Les soudeurs ont des caractéristiques variables concernant la nationalité, les langues connues, ainsi que différentes caractéristiques physiques (taille, utilisation de lunettes, etc.).

L'action de soudure est accomplie en surface plane, en position assise, sur l'échafaudage positionné face au pressuriseur. La soudure est réalisée manuellement, avec une pince à soudure à électrode, et avec l'utilisation de dispositifs généraux et individuels de protection. Les actions complémentaires, parmi lesquelles les régulations de la petite centrale de soudure, sont accomplies entre l'échafaudage et le sol, au milieu de machines, appareillages, cloisons, ainsi que plusieurs fils et câbles de raccord. La durée totale du processus de soudure observé, pour l'obtention du résultat attendu, est d'environ 20 heures : elle implique donc une extension temporelle comprenant trois services de travail posté. Une tolérance dans le temps total est admise, bien que non explicitement, du fait que d'éventuelles erreurs dues à « la hâte » peuvent entraver le processus global (du moins en le ralentissant de manière importante).

La formation de l'opérateur impliqué dans le processus de travail observé a requis deux ans d'école professionnelle de soudure, après les huit ans d'école primaire, à laquelle se sont ajoutées des formations à des activités

général de fabrication du PRZ, mais cela n'a aucune influence sur les modalités du processus de travail de soudure manuelle qui fait l'objet de l'analyse.

spécifiques de soudure, à l'intérieur de différentes entreprises, ainsi que la formation concernant les conditions d'hygiène et de sécurité. Un niveau élevé de compétence pour la soudure en surface plane demande quelques années d'expérience, et des temps plus longs sont exigés par les modalités plus compliquées de soudure (verticale, en postures pénibles et obligées, etc.). La compétence comprend les connaissances des caractéristiques des matériaux travaillés, et l'utilisation des outillages et des équipements (électriques et thermiques).

L'engagement de l'opérateur se fonde notamment sur un intérêt spécifique pour ce genre de travail de soudure, qui conduit à une attribution de valeur au travail « bien fait », à une « passion » pour la réalisation de la meilleure qualité possible. La promotion professionnelle, la rétribution, constituent d'autres motifs d'engagement. La conscience de contribuer à la réalisation de produits pour l'industrie nucléaire contribue à la motivation, ainsi que l'attribution d'une « valeur » particulière aux finalités et aux caractéristiques de l'entreprise concernée.

Les *connaissances techniques* demandées par le processus du travail de soudure observé concernent l'objet de la transformation, les moyens, et le processus de transformation.

Les connaissances concernant l'*objet* sont inhérentes aux caractéristiques physiques du matériel transformé et à ses réactions dans le processus de soudure (ce sont donc des connaissances d'intervention sur l'objet dans un processus de transformation spécifique). Les connaissances concernant les *moyens* de transformation sont des connaissances d'utilisation des moyens dans tous les processus de soudure, et en particulier pour la soudure manuelle (ce sont de ce fait des connaissances concernant les caractéristiques fonctionnelles des moyens, et non les caractéristiques constitutives). Les connaissances demandées pour le *processus* de transformation concernent le processus global de soudure, y compris les actions de préparation et de support ; les connaissances concernant les phases de travail précédant le processus global de fabrication du pressuriseur ne sont pas demandées, ni celles concernant les

phases suivantes, sauf la phase de meulage suivant immédiatement l'activité de soudure.

La *régulation* du processus de travail se compose de règles formelles et informelles, explicites et tacites, conscientes et non conscientes pour le sujet agissant ; elles sont en partie préalables, c'est-à-dire précédant l'action, et en partie contextuelles à l'action ; la source de production des règles est en partie externe au processus d'action, et en partie interne à ce processus : la source externe peut imposer des règles ou bien concéder de la « discrétion », à savoir des marges d'action ; la production de règles interne au processus configure de l'« autonomie ». Tout processus d'action comporte une régulation en partie autonome, qui inévitablement réélabore, modifie, délaisse également, et en tout cas complète les règles hétéronomes, de manière informelle, tacite, même non consciente⁶.

La Méthode CO distingue la *position*, la *vérification* et l'*ajustement* des règles, afin d'identifier quels sujets, et dans quelles phases du processus d'action de travail, sont impliqués par la régulation.

Dans le cadre des règles de fonctionnement général de l'usine, les règles concernant en particulier le processus de travail observé sont *posées* par la procédure de soudure (contenues dans les documents Welding Procedure Specification - WPS, et Welding Monitoring - WM⁷), par le chef d'équipe, et par l'opérateur. Les règles *posées* par le chef d'équipe sont communiquées verbalement, assignées à l'opérateur au début du service de travail ; les règles procédurales, formellement exprimées dans les documents WPS et WM, sont lues par l'opérateur dans des moments spécifiques du processus de travail ;

⁶ Ce thème est traité de manière succincte mais exhaustive par Maggi, 2011 : 73-76.

⁷ Le WPS est un document papier, en langue anglaise, dense et en petits caractères, contenant les références à plusieurs normes techniques, aux prescriptions dimensionnelles, aux caractéristiques des matériaux et aux modalités de soudure, au type des électrodes, aux températures de préchauffage, etc. Un bon nombre d'informations contenues dans ce document ne sont pas utilisées pendant la pratique courante de soudure.

Le WM est un document d'enregistrement, papier, en très petits caractères, en anglais et en italien, que le soudeur signe en y inscrivant la date, ainsi que des indications concernant les épaisseurs des ajouts de soudure, le type de l'appareil à souder, les moments du démarrage et de la fin de l'activité, le thermomètre utilisé (numéro d'identification).

l'opérateur régule sa propre activité pendant le processus global de travail, sur la base de sa propre compétence, et suivant les prescriptions des documents.

La *vérification* du respect des règles est accomplie par l'opérateur tout le temps que dure le processus de travail, surtout de manière implicite et tacite, mais aussi par l'enregistrement sur les documents. Le chef d'équipe fait éventuellement des vérifications dans des moments indéterminés et à la fin du service. D'autres vérifications sont éventuellement faites à des moments indéterminés par des inspecteurs internes et externes à l'entreprise. Des vérifications particulières relèvent des compétences du service de l'usine (WDA) qui fournit les électrodes : vérification de l'habilitation de l'opérateur, sur la base des documents WPS et WM, au moment de la demande des électrodes pour l'activité de soudure, et vérification de l'utilisation des électrodes à la fin du service (remise de celles inutilisées et du seau contenant les résidus des électrodes utilisées).

L'*ajustement* des règles, de l'action de soudure et des actions de support, est implicitement et tacitement accompli par l'opérateur tout au long du processus de travail.

Les connaissances techniques demandées pour la position, la vérification et l'ajustement des règles du processus spécifique de travail de soudure observé sont les mêmes que celles concernant le déroulement de ce processus, comme indiqué ci-dessus. Des connaissances techniques différentes concernent les rapports entre le processus de soudure observé et le processus plus vaste de réalisation du pressuriseur, mais cela sort du cadre de cette analyse.

Analyse de détail du processus de travail de soudure manuelle

Le processus de travail observé est formé d'une série de phases, pour chacune desquelles on identifie les résultats attendus, les actions techniques, les accomplissements, et les connaissances techniques demandées, comme dans la partie précédente de l'analyse, à un niveau accru de détail. La *description* de chaque phase est suivie de l'*interprétation*, à savoir l'identification des éléments de *contrainte organisationnelle* impliqués par les choix de conception et de

structuration. Les éléments de contrainte – on le rappelle – dérivent à la fois de l'obligation stricte, de la variabilité d'espèce et de temps, et du manque de congruence entre deux ou plusieurs composantes de l'action organisationnelle (résultats attendus, actions techniques, accomplissements, connaissances demandées), et permettent de formuler des hypothèses sur les *conséquences* possibles en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail. L'interprétation permet d'indiquer des hypothèses de choix alternatifs, visant à éviter risques et dommages et orientés vers l'amélioration de l'efficacité et de l'efficience du processus de travail.

Après l'analyse de détail, on considérera les éléments de contrainte organisationnelle, les conséquences possibles, et les indications de choix organisationnels alternatifs concernant globalement le processus de travail observé.

1- Attribution de la tâche de travail : description

Le *résultat attendu* de cette phase préalable est la prise en charge de l'achèvement de la soudure des *lug* sur la structure externe du pressuriseur, dans le cadre du programme de fabrication du PRZ, par un opérateur compétent, affecté au service de travail et disponible.

Les *actions techniques* de la phase consistent en l'attribution et en la reconnaissance de la tâche spécifique de soudure manuelle pour le service de travail.

L'*accomplissement* de ces actions concerne un chef d'équipe et un opérateur, ayant une compétence adéquate en soudure manuelle. L'opérateur rencontre le chef d'équipe auprès du bureau de celui-ci, avant le début du service. L'activité observée se déroule pendant un service du matin (06h00-14h00), ou bien de l'après-midi (14h00-22h00), ou de la nuit (22h00-06h00). L'opérateur doit se présenter au bureau du chef d'équipe quinze minutes avant le début du service. Le chef d'équipe indique le poste de travail, pendant une minute environ, du fait qu'il doit distribuer le travail à 15 travailleurs du

service. Il ne donne pas d'instructions sur le travail à faire, qui est spécifié par les procédures WPS et WM.

Les *connaissances techniques* demandées pour l'attribution de la tâche concernant le service de travail sont celles exposées ci-dessus pour le processus de travail de soudure manuelle, et comprennent de la part du chef d'équipe, les connaissances des caractéristiques (expérience, capacité technique, etc.) du personnel de soudure disponible.

1- Attribution de la tâche de travail : interprétation

Les éléments de contrainte organisationnelle qui paraissent les plus importants dans cette phase sont la *détermination rigide du temps de l'action* impliquant le chef d'équipe et l'opérateur, et la *brièveté de son accomplissement*. L'attribution de la tâche de travail, en effet, est située dans l'espace de 15 minutes précédant le service, mais elle n'occupe pas plus d'une minute : cela paraît justifié par l'emploi du temps du chef d'équipe, mais le *temps d'émission de l'information* paraît *inadéquat*, par rapport à son importance, pour l'opérateur.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- il est possible que les informations reçues par l'opérateur restent *incomplètes*, ou qu'en tout cas elles ne soient pas bien comprises ; cela peut avoir de *retombées négatives sur la qualité du produit* et sur les *temps du processus* de travail ; pour ce qui concerne les risques et dommages pour l'opérateur, des conséquences possibles sont :
- *stress, gêne psychologique, gêne psychophysique aspécifique.*

L'*indication pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* concerne le choix d'une *modalité différente* d'attribution de la tâche de travail (par exemple en illustrant les prescriptions procédurales contenues dans le document WPS), assurant une compréhension pleine et complète des informations. L'éventuelle utilisation de temps au delà des 15 minutes précédant le service éviterait des pertes de temps dans les phases suivantes du

processus de travail, à cause d'incompréhension, ainsi que des erreurs possibles dans l'activité de travail.

2- Analyse du document WPS et confrontation avec le dessein du PRZ : description

Le *résultat attendu* de cette phase est la compréhension de la procédure établie pour l'achèvement de l'épaisseur du *lug* au moyen de la soudure manuelle, concernant la définition de la tâche, les modalités d'exécution, les prescriptions techniques.

Les *actions techniques* consistent en l'interprétation du document Welding Procedure Specification et en la confrontation des indications qu'il contient avec le dessein de conception du PRZ.

L'opérateur *accomplit* ces actions après avoir rejoint le poste de travail. Il lit le document WPS, que le chef d'équipe lui a donné, et le dessein du PRZ affiché sur un tableau auprès du poste de travail. Il remplit quelques parties du document (date, signature). Cela demande environ 10 minutes. L'opérateur échange éventuellement des informations avec le collègue du service précédent. Il pourra éventuellement poser des questions au chef d'équipe lorsque celui-ci fera le tour des différents postes, après avoir attribué les tâches à tous les travailleurs du service.

Les *connaissances techniques* demandées concernant l'*objet* de la transformation portent sur les informations et les prescriptions contenues dans le document WPS (voir la note 7). Les connaissances demandées concernant les *moyens* portent sur la lecture en langue anglaise, la terminologie utilisée, les codes, le dessein du PRZ. Les connaissances concernant le *processus* de travail comprennent toutes les phases successives dans lesquelles le document WPS est utilisé par le même opérateur, ainsi que par d'autres personnes (chef d'équipe, inspecteurs internes et externes à l'entreprise).

2- Analyse du document WPS et confrontation avec le dessein du PRZ : interprétation

Cette phase se caractérise par la *complexité des actions techniques* et des problèmes de *compréhension et gestion des informations*. Les documents

procéduraux sont évidemment fondamentaux pour la mise en œuvre et le développement de tout le processus de travail. L'opérateur possède, dans la situation spécifique de travail analysée, les compétences adéquates pour leur interprétation et gestion. Ces documents, toutefois, sont rédigés en langue anglaise, les caractères utilisés sont minuscules, et les espaces à remplir par l'opérateur sont très réduits. En outre, les informations contenues dans le document ne sont ensuite pas toutes utiles pour l'accomplissement et l'enregistrement des activités. On peut remarquer un *manque de congruence*, d'une part, entre la connaissance demandée de la langue anglaise et la formation de l'opérateur et d'autre part, entre la forme des documents procéduraux et leur importance, à la fois pour la réalisation du processus de travail et pour la traçabilité et la vérification de son déroulement.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- il peut en ressortir des *erreurs d'interprétation* des documents, à cause de problèmes de langue, de la dimension des caractères, du contenu informatif excessif ou déroutant ; cela peut avoir des retombées négatives sur la *qualité du produit* et sur les *temps du processus* de travail ;

pour ce qui concerne les risques et dommages pour l'opérateur, des conséquences possibles sont :

- *stress, gêne psychologique, gêne psychophysique aspécifique.*

L'*indication pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* concerne une formulation différente du document WPS, avec des renseignements en italien aussi et un nombre réduit d'informations (en évitant celles qui paraissent redondantes et inutiles), imprimées en caractères plus grands.

3- Observation et aménagement du poste de travail, et disposition du chariot des outils personnels : description

Le *résultat attendu* de cette phase est la préparation adéquate du poste de travail, en situation de sécurité.

Les *actions techniques* consistent à trouver les éléments utiles à l'aménagement de l'échafaudage et à sa construction, et à la préparation des dispositifs de protection, personnelle et environnementale.

L'opérateur *accomplit* ces actions dans le périmètre du poste et dans tout le hangar. Il trouve dans des lieux variés, et transporte au poste de travail, à la fois directement et en utilisant des chariots, les éléments pour le montage de l'échafaudage, des petites échelles, des cloisons. Il monte l'échafaudage, dispose les cloisons verticales destinées à empêcher la projection d'étincelles et de scories loin du poste de travail, assure une voie d'évacuation. Il dispose auprès du poste de travail le chariot des outils personnels et des dispositifs de protection, et les prépare pour les opérations de soudure. Pour cela les dispositifs utilisés sont des équipements de protections individuelle : protections auditives, gants thermorésistants et chaussures de sécurité. Le temps total nécessaire est d'environ deux heures. Cela permet la préparation du poste de travail à la hauteur adéquate, face au *lug* à souder, la protection personnelle, et la sécurité de l'environnement pendant l'activité de soudure consécutive.

Les *connaissances techniques* concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques des éléments de l'échafaudage et de leur montage, ainsi que les caractéristiques des dispositifs de protection. Les connaissances concernant les *moyens* de transformation sont des connaissances visuelles, manuelles, d'utilisation d'appareillages et d'outillages, dans le processus spécifique de travail. Les connaissances concernant le *processus* s'étendent au processus total de soudure.

3- Observation et aménagement du poste de travail, et disposition du chariot des outils personnels : interprétation

On remarque dans cette phase les *temps prolongés et très variables* nécessaires à la recherche des appareillages adaptés à la préparation du poste de travail, par rapport aux temps affectés au processus de soudure, ainsi que la *signification des opérations* nécessaires à la préparation, par rapport aux compétences du soudeur. On remarque aussi la *discrétion* octroyée à l'opérateur pour l'aménagement du poste de travail, pouvant pourtant être entravée par la non disponibilité d'appareillages adéquats, à la fois pour assurer une posture assise, commode et sûre face à la pièce à souder, et pour les conditions de sécurité du poste dans son ensemble. L'opérateur est exposé, pendant cette activité, aux nuisances de l'environnement (bruit, poussières et substances dispersées dans l'air) et à la possibilité de chocs et de chutes, à la fois pour ce que lui-même déplace, et du fait que ses déplacements dans le hangar l'exposent aux chocs contre d'autres matériaux et moyens de transport en mouvement.

Les *conséquences possibles en termes d'inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- *l'attribution de tâches accessoires* à des soudeurs spécialisés ;
 - *l'étendue du temps* nécessaire pour trouver dans le hangar les appareillages utiles, avec une retombée évidente sur la durée totale du processus de travail ;
- pour ce qui concerne les risques et dommages pour l'opérateur on remarque :
- *l'exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit*, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (en particulier l'irritation du système respiratoire) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit) ;
 - la *possibilité de chocs, chutes, dommages à cause de l'utilisation d'appareillages et du soulèvement manuel de poids* (blessures, fractures, lésions de l'appareil ostéoarthromusculaire, particulièrement aigus).

Les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* concernent des nombreux choix alternatifs, en particulier :

- l'attribution de la tâche de recherche des appareillages pour l'aménagement du poste de travail à du personnel moins qualifié ou bien à des anciens soudeurs en fin de carrière ;
- la prédisposition de points fixes du hangar (si possible à proximité les uns des autres) dans lesquels tous les appareillages à trouver seraient déposés (éléments de l'échafaudage, cloisons, etc.) ;
- une nouvelle conception - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des chariots, aux fins de mouvements toujours plus sûrs ;
- des choix alternatifs à l'emploi de l'échafaudage, par exemple la prédisposition de « puits » permettant le positionnement de l'objet à souder à un niveau proche du sol du hangar ; ou bien la prédisposition de plateformes d'élévation pour le poste de travail.

4- *Choix, disposition et allumage de la série de becs de gaz (« chaufferette ») pour le préchauffage : description*

Le *résultat attendu* est le chauffage du *lug* à une température adéquate pour la soudure.

Les *actions techniques* consistent à trouver les becs de gaz, les supports, le tube flexible du gaz, en leur montage et disposition, en l'allumage et la régulation des flammes.

L'opérateur *accomplit* ces actions, d'abord en allant dans la zone du hangar où il trouve les appareillages afin de prendre ceux dont il a besoin, et en les transportant sur un chariot, ensuite en disposant l'appareil de chauffage auprès du *lug*, et enfin en le mettant en fonction, tout en utilisant des dispositifs de protection (en particulier des gants). Le temps nécessaire est d'environ une demi heure.

Les *connaissances techniques* demandées concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques du *lug* et sur l'intervention sur celui-ci dans le processus de soudure, ainsi que sur les caractéristiques et le fonctionnement de l'appareil à chauffer dans les processus de soudure. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et

manuelles, inhérentes au transport, au montage, à l'usage dans le processus de soudure. Les connaissances concernant le *processus* impliquent la phase précédente d'analyse du WPS et toutes les phases successives de soudure.

4- *Choix, disposition et allumage de la série de becs de gaz (« chauffeurette ») pour le préchauffage : interprétation*

Comme pour la phase précédente, on remarque les *temps demandés* pour trouver les composantes de l'appareil à chauffer par rapport aux temps du processus de soudure. L'élément de contrainte le plus important, toutefois, concerne le choix organisationnel de l'*objet* de la transformation, c'est-à-dire l'appareil même de chauffage, et ses caractéristiques de fonctionnement, ainsi que les *modalités* d'allumage et de régulation des flammes, par ailleurs préalables à la mise en fonction des systèmes localisés d'aspiration. Ces éléments de contrainte sont à évaluer par rapport aux objectifs de sécurité et de préservation de la santé des opérateurs.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- *l'attribution de tâches accessoires* à des soudeurs spécialisés ;
 - *l'étendue du temps* nécessaire pour trouver dans le hangar les appareillages utiles, avec une retombée évidente sur la durée totale du processus de travail ;
- pour ce qui concerne les risques et dommages pour l'opérateur on remarque :
- *l'exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit*, dont peuvent découler des *dommages aigus* (en particulier irritation du système respiratoire) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit) ;
 - la possibilité de *chocs, chutes, dommages à cause de l'utilisation d'outillages et du soulèvement manuel de poids* (blessures, fractures, lésions de l'appareil ostéoarthromusculaire, particulièrement aigus) ;
 - la possibilité d'*incendie* ou d'*explosion*, avec conséquences de brûlures et de traumatismes.

Les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* concernent :

- l'attribution de la tâche de préparation et d'allumage de l'appareil à chauffer à du personnel moins qualifié ou bien à des anciens soudeurs en fin de carrière, mais en accord avec l'opérateur concerné par la soudure ;
- la prédisposition de points fixes du hangar (en proximité réciproque souhaitable) où les appareillages à trouver (becs de gaz), supports, chariots, etc.) soient déposés ;
- le positionnement des systèmes d'aspiration avant et non pas après le positionnement et l'allumage de l'appareil à chauffer ;
- des alternatives à l'utilisation d'appareils à gaz (par exemple, des appareils électriques) ;
- une nouvelle conception – avec la participation des opérateurs – des caractéristiques des moyens d'allumage et des supports pour les becs de gaz, aux fins d'une meilleure sécurité et commodité d'usage.

5- *Prélèvement des électrodes et leur prédisposition auprès du poste de travail : description*

Le *résultat attendu* de la phase est la préparation des moyens pour la soudure.

Les *actions techniques* consistent en l'acquisition des électrodes, en nombre adéquat à la quantité de matériel charbo-ferreux de haute qualité nécessaire, du petit four les contenant, et du seau pour les résidus des électrodes, auprès du service WDA dans le hangar ; également en leur transport auprès du poste de travail ; en la connexion du petit four au réseau, électrique et contrôle de sa température.

L'opérateur *accomplit* ces actions en allant au service WDA, avec les documents WPS et WM. Le service vérifie l'habilitation de l'opérateur pour l'acquisition d'électrodes utiles à la soudure prévue par la procédure et fournit les instruments demandés. L'opérateur les transporte sur un chariot au poste de travail et les dispose auprès de celui-ci, soulevant le petit four et le positionnant

sur le plan de l'échafaudage, met en fonction le four électrique, le connectant à une prise à 220 V, allumant et vérifiant que la température atteigne de manière stable 80°C, aux fins de garantir la « porosité » adéquate de l'électrode pour une déposition correcte du matériel de soudure à ajouter. L'accomplissement de ces actions demande environ 10 minutes.

Les *connaissances techniques* demandées concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de fonctionnement des électrodes, et sur leur comportement dans le processus de soudure manuelle. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles, manuelles, des connexions au réseau électrique du hangar, et de leur usage dans le processus de soudure. Les connaissances concernant le *processus* sont étendues à la phase précédente d'analyse des documents WPS et WM et à toutes les phases du processus de soudure.

5- *Prélèvement des électrodes et leur prédisposition auprès du poste de travail : interprétation*

Dans cette phase, des éléments de contrainte organisationnelle concernent les *modalités de transport et de disposition* du petit four contenant les électrodes : il est soulevé plusieurs fois par l'opérateur, afin de le poser d'abord sur un chariot (non conçu spécifiquement pour ce but) et après sur l'échafaudage auprès du poste de travail. Le poids et la dimension du petit four peuvent avoir des conséquences par rapport à la préservation de la santé de l'opérateur.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- le *ralentissement du processus* à cause d'erreurs de préparation (positionnements, connexions, *set* volt/ampère, etc.) ou à cause de position inadéquate des fils de connexion ;

pour ce qui concerne les risques et dommages on remarque :

- l'exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (en particulier irritation du système respiratoire) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit) ;
- la possibilité de *chocs, chutes, dommages à cause de l'utilisation d'appareillages et du soulèvement manuel de poids* (blessures, fractures, lésions de l'appareil ostéoarthromusculaire, particulièrement aiguës) ;
- la possibilité de *contact avec des parties électriques sous tension ou chaudes*, avec dommages d'électrocution, brûlures, etc.

Les indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité concernent :

- l'utilisation de petits fours de moindre poids (plus petits ou de fabrication différente), et éventuellement de moindre voltage ou ampérage ;
- l'utilisation de supports de soutien des fils électriques, de l'équipement d'alimentation de l'électricité au four, évitant qu'ils soient posés au sol ;
- une nouvelle conception - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des chariots, pour un mouvement toujours plus sûr.

6- Acquisition et positionnement de l'appareil à souder, de la manche à aspirer les fumées, et de la manche à air comprimé : description

Le résultat attendu de la phase est la continuation de la préparation des moyens pour la soudure, initiée dans la phase précédente.

Les actions techniques consistent à trouver, même dans des endroits divers et non déterminés du hangar, l'appareil à souder, la manche à aspirer, la manche à air comprimé ; à positionner l'appareil à souder auprès du poste de travail, à le connecter à l'équipement électrique du hangar ; à connecter les manches à aspirer et à air comprimé aux équipements concernés du hangar et en leur positionnement face au *lug* à souder.

L'opérateur accomplit ces actions en cherchant les appareillages d'utilisation commune dans l'aire de travail ou dans le hangar, en les transportant auprès du poste de travail, en disposant les manches pour leur

fonctionnement. Les temps de la phase peuvent basculer entre 30 minutes et deux heures.

Les *connaissances techniques* demandées concernant les *objets* portent sur les caractéristiques physiques et d'usage des différents types d'appareils à souder, pour chaque processus de soudure ; sur les caractéristiques physiques et d'usage des manches dans les processus de soudure. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles (même concernant les supports, du fil de fer, de l'aimant) pour le positionnement de la manche à aspirer, et d'usage de l'instrument dans le processus de soudure. Les connaissances concernant le *processus* sont étendues à la phase précédente d'analyse des documents WPS et WM et à toutes les phases du processus de soudure.

6- *Acquisition et positionnement de l'appareil à souder, de la manche à aspirer les fumées, et de la manche à air comprimé : interprétation*

Comme pour les phases précédentes d'aménagement du poste de travail, on remarque les *temps prolongés et très variables* pour la recherche des appareillages utiles, par rapport aux temps du processus de soudure, ainsi que la *signification des tâches nécessaires* pour l'aménagement, par rapport aux compétences du soudeur. Même dans ce cas, la *discrétion* octroyée à l'opérateur est importante, en particulier pour le positionnement de la manche à aspirer les fumées : celui-ci est entravé par l'état précaire des moyens disponibles (la manche est liée de façon instable, par exemple avec du fil de fer, et dirigée vers un côté du *lug*), ce qui fait obstacle à une aspiration efficace des fumées, et – par conséquent – à la préservation de la santé de l'opérateur.

Les conséquences possibles en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- *l'étendue du temps* nécessaire pour trouver dans le hangar les appareillages utiles, avec une retombée évidente sur la durée totale du processus de travail ;

- la *précarité des aménagements*, avec des retombées possibles sur les *temps* et sur la *qualité* des actions successives (par nécessité d'ajustements et nouveaux positionnements du tube d'aspiration même pendant toutes les phases suivantes) ;

pour ce qui concerne les risques et dommages on remarque :

- l'*exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit*, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (notamment irritation du système respiratoire, particulièrement à cause de l'aspiration insuffisante des fumées) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit) ;

- la possibilité de *chocs, chutes, dommages à cause de l'utilisation d'appareillages et du soulèvement manuel de poids* (blessures, fractures, lésions de l'appareil ostéoarthromusculaire, particulièrement aigus) ;

- la possibilité de *contact avec des parties électriques sous tension ou chaudes* (à cause du positionnement près de l'appareil à chauffer) avec conséquences de foudroiement, brûlures, etc. ;

- l'*exposition à chaleur et Radiations Optiques Artificielles -ROA-* (UltraViolet -UV- InfraRouges -IR-) avec possibilité de dommages oculaires, notamment aigus.

Les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* concernent :

- une nouvelle conception - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des chariots, aux fins de mouvements toujours plus sûrs ;

- la prédisposition de points fixes du hangar (en proximité réciproque souhaitable) où les appareillages nécessaires (appareils à souder, manches, supports, chariots, etc.) soient déposés ;

- l'augmentation du nombre des rallonges et des manches disponibles, avec des points terminaux à large surface et bras flexibles qui s'« auto-soutiennent », de façon à réduire aussi le temps de proximité de l'appareil de chauffage actif ;

- une disponibilité accrue de prises et de rallonges électriques (éventuellement suspendues), avec alimentation même à bas voltage/ampérage ;

- l'utilisation de « bras » de soutien des fils électriques (des équipements d'alimentation dans le hangar à l'appareil à souder, et de celui-ci à la pince à électrodes) ;
- l'utilisation de systèmes et de tubes à aspirer non posés au sol ou mal suspendus en l'air, aptes à assurer l'aspiration complète des fumées.

7- Prédiposition des outils personnels au poste de travail : description

Le résultat attendu de la phase est la continuation de la préparation des moyens pour la soudure, initiée au cours des phases précédentes.

Les *action techniques* consistent à recueillir du chariot des outillages personnels : pince à souder, thermomètre personnel périodiquement gradué et avec code d'identification, petite pique, fraise à épingle, petite meule, brosse, et à les déposer près du poste de travail.

L'opérateur *accomplit* ces actions dans l'aire de travail, disposant les outils de façon à pouvoir les utiliser avec commodité. Le temps nécessaire est d'environ 10 minutes.

Les *connaissances techniques* demandées concernant les *objets* portent sur les caractéristiques physiques et de comportement des outillages dans tout processus de soudure. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, pour l'usage dans les différents processus de soudure. Les connaissances concernant le *processus* sont étendues à la phase précédente d'analyse des documents WPS et WM et à toutes les phases du processus de soudure.

7- Prédiposition des outils personnels au poste de travail : interprétation

La dotation du chariot personnel de l'opérateur se montre *insuffisante* par rapport aux nécessités effectives des outils pour les différentes situations de travail de soudure, selon l'expérience et les compétences de l'opérateur (par exemple : pinces de différentes dimensions, torche électrique, manche à air comprimé, meule à épingle et à disque, rallonges de fil électrique, câble-masse, etc.). Voir, à ce propos, aussi le point 8 ci-après en ce qui concerne la dotation

des dispositifs de protection individuelle. La dimension même du chariot, et ses espaces internes, ne semblent *pas totalement adéquats* aux besoins.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- la possibilité de *pertes de temps* successives afin de trouver outils ou dispositifs qui ne sont pas éventuellement déjà présents dans la dotation du chariot personnel ;

pour ce qui concerne les risques et dommages :

- *l'exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit*, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (notamment irritation du système respiratoire) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit) ;

- la possibilité de *chocs, chutes* (avec conséquences de blessures, fractures, lésions de l'appareil ostéoarthromusculaire, particulièrement aigus) ;

- la possibilité de *contact avec des parties électriques sous tension ou chaudes* (à cause du positionnement près de l'appareil à chauffer) avec dommages d'électrocution, brûlures, etc. ;

Les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* concernent :

- l'intégration - avec la participation des opérateurs - de la dotation des outillages dans le chariot ; par exemple : pinces de différentes dimensions, torche, manches à air comprimé, meule à épingle et à disque, rallonges de fil électrique, câble-masse, etc. ;

- une nouvelle conception - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des chariots consacrés aux dispositifs et aux outillages individuels, afin d'en améliorer la disposition des espaces internes et l'utilisation.

8- Protection individuelle : description

Le *résultat attendu* de la phase est la préservation de la sécurité en ce qui concerne la protection physique de l'opérateur.

Les *actions techniques* consistent à endosser (entièrement ou en partie) : tablier, bandeau ignifuge, manches, jambières, petit masque en gaze, gants à souder, masque à souder, et visière pour les autres opérations comme le meulage, selon les normes légales.

L'opérateur *accomplit* ces actions auprès du chariot personnel, d'où il prélève les dispositifs de protection, et auprès du poste de travail. Le temps nécessaire est d'environ 5 minutes.

Les *connaissances techniques* demandées concernant les *objets* portent sur leurs caractéristiques physiques et leur emploi dans tout processus de soudure. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, et en outre les connaissances des normes légales. Les connaissances concernant le *processus* portent sur le processus global de soudure.

8- Protection individuelle : interprétation

Les dispositifs de protection individuelle (bleu de travail, masque, etc.) ne se montrent *pas complètement congruents*, et ils sont en tout cas améliorables, selon l'expérience et les compétences de l'opérateur, par rapport aux objectifs de sécurité et de préservation de la santé.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- une *perte de temps* consécutive à la nécessité de trouver des dispositifs de protection qui ne sont pas présent dans la dotation du chariot personnel ;

pour ce qui concerne les risques et dommages on remarque :

- la *conséquence* du manque d'adéquation des dispositifs de protection *pendant les phases suivantes* du processus de travail ;

- l'*exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit dans l'environnement commun*, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (notamment irritation du système respiratoire) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit).

Les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* concernent :

- l'intégration - avec la participation des opérateurs - de la dotation des dispositifs de protection dans le chariot, par exemple : masques à LCD utilisables à la fois pour la soudure et pour les activités accessoires, anti-buée et adaptés à l'usage de lunettes, etc., bleus de travail à deux pièces, même de matériaux différents (croute du cuir, etc.), manches, jambières, caoutchoucs.

9- *Nettoyage de l'objet à souder, et contrôle de la température de préchauffage : description*

Le *résultat attendu* est la préparation du *lug*, et de l'appareil à souder, pour la soudure, selon la procédure indiquée par le document WM.

Les *actions techniques* consistent en un nettoyage de l'objet à souder, en un contrôle du document WM, en l'établissement de l'ampérage (d'habitude 230 A) et du voltage (d'habitude 24 V) de l'appareil à souder.

L'opérateur *accomplit* l'action de nettoyage du *lug* au poste de travail, debout ou assis sur un des étages de l'échafaudage (avec un siège rudimentaire et un coussin), avec la visière, utilisant la brosse, ou bien la meule, ou la fraise à épingle. Il descend de l'échafaudage pour établir l'ampérage et le voltage, et remplir les sections consacrées du document WM. Il contrôle la température du *lug* avec le thermomètre à sonde, haussant la visière (mais, il « sent » également le son de l'ampérage). La température doit être normalement comprise entre 150°C et 170°C. Le temps employé est d'environ 2 minutes.

Les *connaissances techniques* demandées concernant les *objets* portent sur l'état physique et le comportement du *lug*, et de l'appareil à souder. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, d'usage des outils pour le nettoyage, du thermomètre, du *display* de l'appareil à souder, du document WM, pour le processus de soudure. Les connaissances concernant le *processus* s'étendent au processus global de soudure.

9- *Nettoyage de l'objet à souder, et contrôle de la température de préchauffage : interprétation*

Le *manque de congruence* entre la rédaction en langue anglaise du document WM et la formation de l'opérateur, ainsi qu'entre le format du document et l'objectif de clarté des enregistrements demandés, se manifeste à nouveau lors de la lecture et de l'action de remplir le document.

Des éléments de contrainte significatifs sont : la posture de travail debout ou assise, en tout cas plutôt fixe ; l'utilisation d'un coussin non spécifiquement conçu pour ce but ; l'obligation d'utiliser d'une visière (qu'il faut par ailleurs soulever pendant la mesure de la température) et de gants (outre les autres dispositifs de protection) ; la nécessité d'utiliser des outils portant potentiellement atteinte, directement ou indirectement, à l'intégrité physique, à cause de projection de scories, etc. ; la proximité d'une source de chaleur importante et de sa réfraction par la surface du pressuriseur ; la nécessité de descendre de l'échafaudage pour prédisposer le voltage et l'ampérage.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- les *interruptions fréquentes* des actions majeures pour repositionnement des dispositifs de protection et pour des *déplacements* de l'échafaudage afin de réguler les appareillages ;

pour ce qui concerne les risques et dommages on remarque :

- l'*exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit*, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (notamment irritation du système respiratoire) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit) ;

- des *chutes* possibles de l'échafaudage pendant le nettoyage de l'objet et le contrôle de l'ampérage et du voltage de l'appareil à souder (avec pour conséquence des blessures, fractures, lésions de l'appareil ostéoarthromusculaire, notamment aigues) ;

- l'*utilisation d'outillages portant potentiellement atteinte à l'intégrité physique*, directement (à cause de vibrations, de contact électrique, avec des dommages

d'électrocution, ustions, etc.) ou indirectement (à cause de vibrations au « système » bras-main, de projections de scories vers le visage et les yeux, ou vers d'autres parties du corps ;

- l'exposition à la chaleur et au rayonnement (ROA) avec des dommages possibles aux yeux et à la peau, etc. (kératoconjonctivite, dermatites, etc.), même pendant des moments de travail sans usage de la visière, comme pendant la mesure de la température ;

- les postures incongrues et fixes du tronc et des membres (avec possibilité d'ostéoarthropathies épaule-coude-main, lombalgies, compressions vasculo-nerveuses des jambes, etc.).

Les indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité concernent :

- une nouvelle conception - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des échafaudages, des modalités de posture assise sur ceux-ci, des matériaux des coussins (plus souples et moins comprimant) ;

- une nouvelle conception - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des visières (par exemple, masques à LCD utilisables à la fois pour la soudure et pour les activités accessoires, anti-buée, adaptés à l'usage de lunettes) ;

- l'évaluation de la possibilité d'installer des systèmes de soutien des bras, même partiel, pendant les activités de nettoyage et de meulage ;

- la prédisposition de systèmes de contrôle à distance de l'ampérage et du voltage ;

- l'hydratation périodique par ingestion d'eau, en y ajoutant éventuellement des intégrateurs salins (de façon en tout cas protégée par rapport à l'environnement afin de ne boire que de l'eau).

10- Préparation du système pince + électrode : description

Le résultat attendu de la phase est l'aménagement de l'instrument à souder, afin que la soudure puisse démarrer.

Les *actions techniques* consistent en la préparation de la pince (normalement à vis et non pas à étau, afin de bien soutenir de manière stable l'électrode), en l'extraction d'une électrode du four posé à côté de l'opérateur, et en la vérification de son intégrité, en fixant l'électrode sur la pince. La pince peut être « personnelle » et peut avoir des caractéristiques en partie différentes (par exemple, le poids), selon les préférences de l'opérateur.

L'opérateur *accomplit* ces actions étant assis au poste de travail, en peu de secondes, tout de suite après avoir vérifié la température du *lug*.

Les *connaissances techniques* demandées concernant les *objets* portent sur leurs caractéristiques physiques et de comportement dans le processus spécifique, du fait qu'il existe différents types de pinces et différents calibres d'électrodes. La connaissance de la structure physique de l'électrode (surface, porosité) et de ses imperfections possibles est requise, celles-ci pouvant endommager la soudure (par exemple par la présence de « lacunes »). Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles. Les connaissances concernant le *processus* concernent le processus global de soudure.

10- Préparation du système pince + électrode : interprétation

Les choix organisationnels concernant les caractéristiques du petit four contenant les électrodes et son positionnement au poste de travail ne paraissent *pas complètement congruents*, et en tout cas ils sont améliorables, par rapport aux objectifs de sécurité et de santé de l'opérateur.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience on remarque :

- l'éventuel *montage d'électrodes détériorées*, avec des retombées possibles sur les *temps* et sur la *qualité* des actions successives (pour les interruptions afin de fixer à nouveau l'électrode ou pour le dépôt inadéquat du matériel à apporter) ;

pour ce qui concerne les risques et dommages on remarque :

- l'exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (notamment irritation du système respiratoire) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit) ;
- les *postures incongrues*, avec des *rotations* excessives du buste (d'où peuvent découler des lombalgies et lombosciatalgies).

Les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* concernent :

- une nouvelle conception – avec la participation des opérateurs – des caractéristiques des petits fours, quant aux systèmes de soulèvement et d'expulsion des électrodes, et leur positionnement par rapport à l'opérateur.

11- Soudure du cordon [*phase répliquée pour « n » cordons et « n » couches, selon l'épaisseur à ajouter désirée*] : description

Le *résultat attendu* de la phase, et de sa réplique « n » fois, est l'obtention de l'épaisseur désirée du *lug*, par le dépôt de cordons juxtaposés de soudure, rectilignes et homogènes, pour plusieurs couches. La réalisation des couches successives à la première demande une attention majeure, avec la nécessité de corrections éventuelles sur la couche précédente.

L'*action technique* consiste à déposer un cordon de soudure sur la surface du *lug*.

L'*accomplissement* de l'action suit immédiatement la phase précédente. L'opérateur, ayant endossé le masque spécifique de protection, et toujours avec les gants et les protections auditives endossés, assis, positionne l'électrode, normalement du diamètre de 5 mm, à l'angle (droit ou gauche) plus éloigné de la surface du *lug* ; il abaisse le masque et fait décocher l'arc à environ 2 cm de l'angle ; il recule à l'angle et puis il procède dans le tracé en ligne droite, avec pression sur l'électrode et vitesse constantes. A la fin du tracé, il éteint l'électrode en la détachant de la surface du *lug* avec un mouvement à virgule ou bien reculant d'environ 1 cm. La vue est toujours libre sur le tracé ; pour les premiers 5-10 cm la deuxième main soutient l'électrode. La pince est soutenue par la main droite si le tracé commence du côté gauche de la surface du *lug*, et

par la main gauche s'il commence du côté droit : le fait d'alterner la direction du tracé permet de réaliser une épaisseur au total plus uniforme. Ayant achevé le cordon, l'opérateur jette le résidu de l'électrode utilisée dans le seau concerné. Il peut arriver que l'opérateur écarte une électrode, avant l'usage, s'il décèle des imperfections. La formation reçue par l'opérateur, la compétence acquise, ses motivations pour le travail de soudure, ont été illustrées ci-dessus, dans la section consacrée à l'analyse du processus de travail dans son ensemble, et de ce fait elles ne sont pas répétées pour les différentes phases dans cette section consacrée à l'analyse de détail du processus.

Les *connaissances techniques* demandées concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de comportement du *lug* et de l'électrode, d'emploi de l'électrode pour tout type de soudure et spécifiquement pour la soudure consacrée à l'ajout d'épaisseur. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, d'usage de la pince, du masque, des gants, de l'appareil à aspirer les fumées. Les connaissances concernant le *processus* portent sur le processus global de soudure.

11- *Soudure du cordon [phase répliquée pour « n » cordons et « n » couches, selon l'épaisseur à ajouter désirée] : interprétation*

La contrainte des choix organisationnels concernant l'activité de soudure manuelle est exprimée par les éléments suivant : *complexité de l'action technique (apparemment simple mais demandant beaucoup d'attention), interruption non acceptable, haute nécessité de régulation, écart des prescriptions non toléré*. Ces choix de structuration de l'action technique et de son accomplissement se montrent par ailleurs *congruents* avec les choix d'un objectif de haute qualité et de connaissances techniques demandées auxquelles correspondent la formation et les compétences de l'opérateur (cela dans l'activité de travail spécifique observée, non nécessairement dans toute situation analogue et avec d'autres opérateurs). Toutefois, les *conditions physiques* caractérisant l'activité (notamment concernant chaleur, fumées, bruit, radiations, etc.), ainsi que les

conditions de responsabilité inhérentes à l'activité, paraissent *non congruentes* par rapport aux objectifs de sécurité et de préservation de la santé de l'opérateur.

En ce qui concerne les conditions physiques on relève ces éléments de contrainte : la position de travail assise (en tout cas avec une posture plutôt fixe et avec les jambes en arrière afin de protéger la zone des chevilles) ; l'usage d'un coussin non spécifiquement conçu pour ce but ; l'obligation d'usage d'un masque et de gants (outre les autres dispositifs de protection) ; la nécessité d'usage du système pince-électrode portant potentiellement atteinte à l'intégrité physique, directement (à cause de la température, de la tension électrique) ou indirectement (à cause de projection de scories, etc.) ; l'espace de travail réduit pendant la soudure de la surface supérieure du *lug* inférieur ; la nécessité de garder le membre supérieur soutenant l'électrode soulevé au même niveau pendant son mouvement constant ; la proximité d'une source importante de chaleur et de sa réfraction par la surface du pressuriseur ; la nécessité de repositionner plusieurs fois le système précaire d'aspiration des fumées de soudure.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- la retombée possible des manques de congruence concernant les conditions physiques sur les *temps* et sur la *qualité* du processus de travail ;

pour ce qui concerne les risques et dommages on remarque :

- *stress, gêne psychologique, gêne psychophysique aspécifique* ;

- la possibilité de *chutes* de l'échafaudage durant la soudure (avec pour conséquence des blessures, fractures, lésions de l'appareil ostéoarthromusculaire, particulièrement aiguës) ;

- *l'utilisation d'outillages portant potentiellement atteinte à l'intégrité physique*, directement (à cause de contact électrique, avec possibilité de fulgurations) ou indirectement (à cause de projection de scories vers le visage et les yeux, si le masque n'est pas bien disposé, mais aussi vers le cou, les pieds, les chevilles, avec possibilité de blessures, ustions, conjonctivites) ;

- *l'exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air*, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (notamment d'irritation du système respiratoire, céphalées, hyperthermie, etc.) et *chroniques* (sidéroses-pneumoconioses, BPCO, cancer du poumon, hypoacousie à cause du bruit, dommages neurologiques, allergies respiratoires, etc.). On peut consulter à ce propos la vaste et cohérente littérature du secteur ;
- *l'exposition à la chaleur et au rayonnement* (Radiations Optiques Artificielles, notamment rayons IR et UV) avec des *dommages oculaires* possibles (cératites, cataracte, rétinites, etc.), *dommages de la peau* (érythèmes, dermatites, cancers, etc.) et *déshydratation* ;
- *l'exposition au bruit*, avec possibilité d'hypoacousie perceptive ;
- *l'exposition à des champs électromagnétiques* (pourtant improbable pour le type de soudure observée, par rapport à la soudure à l'arc) ;
- les *postures incongrues et fixes* du buste et des membres, avec possibilité de ostéoarthropathies à l'épaule (coiffe des rotateurs, etc.), au coude (épicondylites et épithrocléites), au poignet et à la main (syndrome du canal carpien, syndrome de De Quervain, etc.), lombosciatalgies, compressions vasculo-nerveuses des jambes, etc.

Les indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité concernent :

- la promotion d'une formation « concertée » des soudeurs, avec échange sur les expériences de travail (sur des solutions opérationnelles, « sensibilité », problèmes traités, etc.), activée par la nécessité d'une qualité constante et de haut niveau dans le travail, mais aussi pour réduire les marges d'incertitude, le stress et la gêne ;
- une nouvelle conception – avec la participation des opérateurs – des caractéristiques des échafaudages, des modalités de posture assise sur ceux-ci, des matériaux des coussins (plus souples et moins comprimant) ;
- l'évaluation de la possibilité d'installer des systèmes de soutien des bras, même partiel, pendant les activités de soudure, et aussi de la dotation de dispositifs pour les poignets et les coudes, etc. ;

- une nouvelle évaluation - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des visières (par exemple, masques à LCD utilisables à la fois pour la soudure et pour les activités accessoires, anti-buée, adaptés à l'usage de lunettes) ;
- une nouvelle évaluation - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des vêtements pour une meilleure protection de la zone du cou et des chevilles ;
- la substitution des appareils à aspirer locaux avec des bras mobiles auto-soutenants et bouches terminales à section majeure et adaptée au type de localisation par rapport à l'objet à souder (par exemple évasées ou même doubles, afin d'aspirer en même temps des deux côtés opposés du *lug*) ;
- l'hydratation périodique, par ingestion d'eau à laquelle ajouter éventuellement des intégrateurs salins (de manière en tout cas protégée par rapport à l'environnement, afin de n'ingérer que la boisson) ;
- la disponibilité de temps consacré à des mouvements des membres et du corps interrompant la fixité et corrigeant le manque de congruence des postures.

12- *Nettoyage du cordon et de la surface du lug [phase répliquée pour « n » cordons et « n » couches] : description*

Le *résultat attendu* de la phase, et de sa répétition « n » fois, est l'assurance des conditions adaptées pour ajouter les cordons successifs de la première couche, et ensuite pour superposer les autres couches de soudure, de manière optimale.

Les *actions techniques* de la phase consistent en l'enlèvement des scories et de la poussière suivant la soudure de chaque cordon, ainsi que le contrôle de la température du *lug* après tous les deux ou trois cordons de soudure.

L'opérateur *accomplit* l'action de nettoyage, ayant enlevé le masque et endossé la visière ; il enlève la scorie en utilisant la petite pique ; il brosse la surface du *lug*, utilisant éventuellement la fraise à épingle ou la meule ; il enlève enfin la poussière, même soufflant. Il positionne le thermomètre sur la surface du *lug* pour contrôler la température. Le temps de la phase est de 1-2 minutes.

Les *connaissances techniques* demandées concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de comportement du *lug* et du cordon déposé (en particulier : si la scorie se détache bien en une seule pièce, alors l'ampérage était correct ; si la soudure « éclabousse » trop, alors c'est signe que l'ampérage est excessif). Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, d'usage des outils à nettoyer et du thermomètre, pour tout type de soudure et notamment pour la soudure visant à ajouter de l'épaisseur. Les connaissances concernant le *processus* portent sur le processus global de soudure.

12- Nettoyage du cordon et de la surface du lug [phase répliquée pour « n » cordons et « n » couches] : interprétation

Le nettoyage de l'objet soudé, notamment du fait qu'il peut provoquer des éclaboussures de scories, rappelle les remarques de la phase 8, concernant la *congruence partielle* des dispositifs de protection individuelle par rapport aux objectifs de sécurité et de préservation de la santé de l'opérateur.

Des éléments de contrainte importants sont : la position de travail debout ou assise (toujours avec posture plutôt fixe) ; l'usage d'un coussin non spécifiquement conçu pour ce but ; l'utilisation obligatoire d'une visière (qu'il faut par ailleurs soulever pendant la mesure de la température) et de gants (outre les autres dispositifs de protection) ; la nécessité d'utiliser différents outils portant potentiellement atteinte directement ou indirectement à l'intégrité physique (à cause de projection de scories, etc.) ; la proximité d'une source importante de chaleur et de sa réfraction par la surface du pressuriseur ; la nécessité de descendre de l'échafaudage pour établir le voltage et l'ampérage.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont les suivantes.

Pour ce qui concerne inefficacité et inefficience :

- la nécessité d'*interruptions* fréquentes des actions principales afin de repositionner les dispositifs de protection individuelle, ainsi que pour des déplacements aux fins de régulation des appareillages ;

pour ce qui concerne les risques et dommages on remarque :

- l'exposition à des agents de nuisance dispersés dans l'air et au bruit, d'où peuvent découler des *dommages aigus* (notamment irritation du système respiratoire) et *chroniques* (hypoacousie à cause du bruit) ;
- la possibilité de *chutes* de l'échafaudage pendant le nettoyage de l'objet et le contrôle de la température (avec pour conséquences des blessures, fractures, lésions de l'appareil ostéoarthromusculaire, particulièrement aiguës) ;
- l'utilisation d'outillages portant potentiellement atteinte à l'intégrité physique, directement (à cause de vibrations, de contact électrique, avec possibilité d'électrocution, ustions, etc.) ou indirectement (à cause de vibrations du « système » bras-main, de projections de scories vers le visage et les yeux, si la visière n'est pas bien disposée, ou vers d'autres parties du corps) ;
- l'exposition à la chaleur et au rayonnement (ROA), avec des dommages possibles aux yeux et à la peau, etc., même dans des moments de travail sans l'usage de la visière, comme pendant la mesure de la température ;
- les *postures incongrues et fixes* du buste et des membres (avec possibilité de ostéoarthropathies à épaule-coude-main, lombalgies, compressions vasculo-nerveuses des jambes, etc.).

Les indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité concernent :

- une nouvelle conception - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des échafaudages, de la modalité de position assise sur ceux-ci, des matériaux des coussins (plus souples et moins comprimant) ;
- une nouvelle évaluation - avec la participation des opérateurs - des caractéristiques des visières (par exemple masques à LCD utilisables à la fois pour la soudure et pour les activités accessoires, anti-buée, adaptés à l'utilisation de lunettes) ;
- l'évaluation de possibilités d'installation de systèmes de soutien des bras, même partiel, pendant les activités de nettoyage et de meulage ;

- l'hydratation périodique, avec ingestion d'eau à laquelle ajouter éventuellement des intégrateurs salins (de manière en tout cas protégée par rapport à l'environnement afin de n'ingérer que la boisson).

13- *Perfectionnement des angles [pour chaque couche] : description*

Le *résultat attendu* de la phase – éventuelle, sur initiative de l'opérateur – et de sa réplique pour chaque couche, est l'assurance des conditions les meilleures pour la réalisation d'une surface uniformément plane, facilitant la phase consécutive de meulage, c'est-à-dire la réalisation d'une soudure globale excellente.

L'*action technique* de la phase consiste à tracer des cordons de soudure au long des côtés de la surface du *lug*, à la façon d'un « encadrement » de la couche formée par la série de cordons horizontaux juxtaposés.

L'opérateur *accomplit* cette action suivant les mêmes modalités caractérisant la position des cordons horizontaux, mais utilisant des électrodes de calibre inférieur (d'habitude 4 mm). De ce fait, il baisse d'abord l'ampérage et le voltage, rétablissant à la fin les valeurs de départ ; il descend pour cela de l'échafaudage. Le temps nécessaire est d'environ 10-15 minutes, à la fin de la position de chaque couche.

Les *connaissances techniques* demandées concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de comportement du *lug* et de l'électrode, d'emploi de l'électrode pour chaque type de soudure et spécifiquement pour la soudure consistant à ajouter de l'épaisseur. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, d'utilisation de la pince, du masque, des gants, de l'appareil à aspirer les fumées, du *display* de l'appareil à souder. Les connaissances concernant le *processus* portent sur le processus global de soudure, ainsi que sur la phase successive de meulage de la surface soudée du *lug*.

13- *Perfectionnement des angles [pour chaque couche] : interprétation*

Les conditions des phases répliquées de soudure se présentent à nouveau ici, motivant de même les remarques exprimées au point 11. S'y ajoute la nécessité de modifier l'ampérage et le voltage, et de ce fait la descente de l'échafaudage afin de modifier les valeurs sur le *display* de l'appareil à souder.

Les *conséquences possibles* en termes d'*inefficacité, inefficience, risques et dommages* pour les opérateurs du processus de travail sont :

- pour ce qui concerne inefficacité et inefficience : comme au point 11 ;
- pour ce qui concerne les risques et dommages : comme au point 11, plus la possibilité de chute de l'échelle.

Les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* sont les mêmes que celles exprimées au point 11, auxquelles il faut ajouter l'évaluation de la possibilité de contrôle à distance de l'ampérage et du voltage.

14- *Nettoyage total de la surface soudée et remplissage du document WM [pour chaque couche] : description*

Le *résultat attendu* de la phase, et de sa réplique pour chaque couche, est l'assurance des conditions les meilleures pour l'ajout de la couche successive, et de ce fait pour la réalisation d'une excellente soudure totale, ainsi que l'enregistrement de l'activité accomplie.

Les *actions techniques* de la phase consistent en l'enlèvement des scories et de la poussière de la surface soudée, et en l'indication de l'épaisseur ajoutée.

L'opérateur *accomplit* l'action de nettoyage ayant enlevé le masque et ajusté la visière ; il enlève la scorie en utilisant la petite pique ; il brosse la surface du *lug*, utilisant éventuellement la fraise à épingle ou la meule ; il enlève enfin la poussière. Il évalue visuellement, utilisant éventuellement un « centimètre », l'épaisseur ajoutée à la surface du *lug*. Il descend de l'échafaudage et se rend au tableau, où il atteste de l'ajout réalisé en remplissant les sections consacrées du document WM, que les inspecteurs vérifieront. Le temps total de la phase est d'environ 5 minutes.

Les *connaissances techniques* demandées concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de comportement du *lug* et de la soudure ajoutée, ainsi que sur les contenus d'information et de prescription du document WM. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, d'usage des outils à nettoyer, pour chaque type de soudure et notamment pour la soudure visant à ajouter de l'épaisseur, et portent en outre sur la lecture en langue anglaise, la terminologie utilisée, les codes du document WM. Les connaissances concernant le *processus* portent sur le processus total de soudure.

14- *Nettoyage total de la surface soudée et remplissage du document WM [pour chaque couche] : interprétation*

On rappelle pour cette phase les observations exprimées au point 12 en ce qui concerne l'action de nettoyage, et au point 9 en ce qui concerne la lecture et le remplissage du document WM.

15- *Nettoyage total final : description*

Le *résultat attendu* de la phase est la préparation de l'objet soudé pour la phase suivante de meulage et les phases successives de fabrication.

Les *actions techniques* de la phase consistent en l'enlèvement de scories et de poussière de la surface soudée.

L'opérateur *accomplit* les actions de nettoyage final par les mêmes modalités de nettoyage suivant chaque couche de soudure, lorsque l'épaisseur désirée sur la surface du *lug* est atteinte. Le temps de la phase est d'environ 10 minutes.

Les *connaissances techniques* demandées concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de comportement du *lug* et de la soudure ajoutée. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, d'usage des outils à nettoyer, pour chaque type de soudure et notamment pour la soudure visant à ajouter de l'épaisseur. Les connaissances concernant le *processus* portent sur le processus total de soudure,

ainsi que sur la phase suivante de meulage de la surface soudée du *lug* et sur les phases successives de fabrication.

15- *Nettoyage total final : interprétation*

On rappelle les observations exprimées aux points 12 et 14, concernant les actions de nettoyage de l'objet soudé.

16- *Déménagement de l'échafaudage et de l'aire de travail : description*

Le *résultat attendu* de la phase est la disposition de l'aire de travail dans les conditions adaptées au démarrage des activités de travail consécutives.

Les *actions techniques* consistent à déplacer les appareillages de l'échafaudage et à nettoyer le sol.

L'opérateur *accomplit* ces actions manuellement : il déplace les appareils sur le sol, auprès de l'aire de travail, et libère le sol des scories qui seront recueillies ensuite par le service de nettoyage. Le temps de la phase est d'environ 5-10 minutes.

Les connaissances techniques concernant l'*objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de comportement des appareillages et des composantes de l'aire de travail. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, d'usage du balai à nettoyer. Les connaissances concernant le *processus* portent sur les phases suivant le processus de soudure accompli.

16- *Déménagement de l'échafaudage et de l'aire de travail : interprétation*

On rappelle les observations exprimées au point 5, en ce qui concerne le soulèvement d'objets lourds (le petit four aux électrodes, le seau aux résidus des électrodes utilisées). On observe, en outre, comme pour la phase 3, l'attribution de tâches accessoires à des soudeurs spécialisés. De ce fait, parmi les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* on peut ajouter l'évaluation de l'attribution de ces tâches à des différents travailleurs (par exemple, à du personnel moins qualifié).

17- Démarrage du post-chauffage, contrôle de la température, et remplissage du document WM : description

Le résultat attendu de la phase est l'assurance de la température adéquate aux travaux suivants, ainsi que l'enregistrement de l'activité accomplie.

Les actions techniques consistent en la régulation de la flamme de l'appareil à chauffer, en la mesure de la température du *lug*, et en l'indication de l'horaire de démarrage du post-chauffage.

L'opérateur accomplit ces actions en tournant la soupape à papillon du conduit du gaz, vérifiant la dimension de la flamme, utilisant le thermomètre, remplissant la section consacrée à l'horaire de démarrage du post-chauffage sur le document WM, que les inspecteurs vérifieront. Le temps de la phase est d'environ 10 minutes.

Les connaissances techniques demandées concernant l'objet de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de comportement du *lug*, ainsi que sur les contenus d'information et de prescription du document WM. Les connaissances concernant les moyens portent sur le fonctionnement de l'appareil à chauffer et de l'installation du gaz, sur l'usage du thermomètre, sur la lecture en langue anglaise, la terminologie utilisée, les codes, du document WM. Les connaissances concernant le processus portent sur les phases suivant le processus de soudure.

17- Démarrage du post-chauffage, contrôle de la température, et remplissage du document WM : interprétation

On rappelle les observations exprimées au point 4 en ce qui concerne l'appareil à chauffer et ses caractéristiques de fonctionnement, ainsi que les modalités d'allumage et de régulation de la flamme, par rapport aux objectifs de sécurité et de préservation de la santé de l'opérateur. On rappelle en outre, les observations exposées aux points concernant la lecture et le remplissage du document WM, où l'on remarque le *manque de congruence* entre la rédaction en langue anglaise et la formation de l'opérateur, ainsi qu'entre le format du document et l'objectif de clarté des enregistrements demandés.

On confirme de même les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* du point 4.

18- *Remise des électrodes non utilisées, du petit four les contenant et du seau avec les résidus : description*

Le *résultat attendu* de la phase est la participation à la mise en ordre des outillages et des appareillages dans l'usine.

Les *actions techniques* consistent à trouver un chariot pour le transport du four aux électrodes et du seau aux résidus, et à transporter ces instruments et appareils et les remettre au service WDA.

Pour *l'accomplissement* de ces actions, l'opérateur cherche un chariot disponible dans le hangar, y charge le four aux électrodes et le seau aux résidus, les transporte au service WDA et les remet à celui-ci. Le temps nécessaire varie de 5 à 30 minutes, selon la disponibilité d'un chariot auprès du poste de travail.

Les *connaissances techniques* concernant *l'objet* de la transformation portent sur les caractéristiques physiques et de comportement du four aux électrodes et du seau aux résidus pendant le transport. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, et d'usage du chariot pour le transport. Les connaissances concernant le *processus* portent sur l'importance de la disponibilité et de la distribution correcte des électrodes dans les processus de soudure.

18- *Remise des électrodes non utilisées, du petit four les contenant et du seau avec les résidus : interprétation*

On rappelle les observations exposées aux points 5 et 16, en ce qui concerne le *soulèvement d'objets lourds* (four aux électrodes, seau aux résidus). On remarque à nouveau dans cette phase les *temps prolongés et très variables* consacrés à la recherche d'un chariot disponible, par rapport aux temps du processus de soudure, ainsi que la *signification des tâches* demandées par rapport aux compétences du soudeur.

On confirme de même les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* exprimées aux points 5 et 16 (sauf en ce qui concerne l'usage de « bras » pour le soutien des fils électriques, qui sont ici déplacés avec les autres appareillages).

19- *Remise en ordre des outils d'usage personnel, et des dispositifs de protection : description*

Le *résultat attendu* de la phase est la bonne gestion des outils d'usage personnel et des dispositifs de protection et leur mise en ordre en vue des utilisations ultérieures.

Les *actions techniques* consistent à remettre à leur place les outils et les dispositifs de protection.

L'opérateur *accomplit* ces actions en posant les outils, et les dispositifs précédemment utilisés, dans les différents secteurs du chariot personnel, auprès de l'aire de travail. Le temps de la phase est d'environ 5 minutes. L'opérateur, suivant son estimation, apporte le bleu de travail à son domicile pour le laver.

Les *connaissances techniques* demandées concernant les objets portent sur leurs caractéristiques physiques et leur emploi dans tout processus de soudure. Les connaissances concernant les *moyens* sont visuelles et manuelles, et en outre les connaissances des normes légales. Les connaissances concernant le *processus* portent sur les différents processus de soudure.

19- *Remise en ordre des outils d'usage personnel, et des dispositifs de protection : interprétation*

On rappelle les observations exposées au point 7 en ce qui concerne à la fois la dotation du chariot personnel, et sa dimension (plutôt réduite) et sa structure. S'y ajoute le risque d'exposition de l'entourage familial de l'opérateur aux substances polluantes transportées par le bleu de travail sale.

De même, on confirme les *indications pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité* exposées au point 7. Il faut ajouter l'indication d'une solution

pour le nettoyage des bleus de travail, dans l'usine ou dans un service spécialisé.

Éléments de contrainte organisationnelle, risques et dommages possibles, et indications de choix organisationnels alternatifs, concernant le processus global de travail.

Éléments de contrainte organisationnelle

L'évaluation d'ensemble du processus de travail observé permet d'identifier :

- l'exception représentée par l'épaisseur insuffisante d'un ou plusieurs *lug* du pressuriseur ;
- l'espace limité entre les deux *lug* de chaque couple ;
- la nécessité d'assumer des postures obligées et fixes ;
- la hauteur par rapport au sol demandant le ménagement d'échafaudage et d'échelle ;
- l'exigence de précision de l'activité de soudure, impliquant responsabilité ;
- l'hétérogénéité des tâches attribuées, à accomplir pour la plupart en série ;
- l'exigence de connaissances techniques étendues et différentes afin d'accomplir le processus et d'obtenir le résultat attendu ;
- l'isolement opérationnel : l'activité est accomplie par un seul opérateur soudeur, ayant des caractéristiques variables, par exemple de nationalité et de langue, de parcours de formation, et physiques (taille, utilisation de lunettes, etc.) ;
- l'accomplissement de l'activité même pendant des services de travail nocturne ;
- la variabilité du temps d'accomplissement, même avec une grande discrétion octroyée à l'opérateur, mais sans reconnaissance d'autonomie ;
- la nécessité de régulations continues par l'opérateur, même tacites et implicites, demandant un exercice important d'autonomie ;

- l'extension temporelle considérable, ayant des retombées possibles sur les processus consécutifs ;
- l'environnement commun à d'autres activités, avec des mouvements de machines, de chariots, etc., présence d'encombrements (matériaux, fils, conduits et manches mobiles, etc.) avec production de fumées, bruits, radiations, etc. ;
- l'obligation d'utilisation de dispositifs de protection individuelle, avec obligations associées pendant les mouvements et le déplacement de poids, visuelles et d'ouïe, etc. ;
- l'usage de documents à consulter et à remplir même en langue étrangère (anglais), avec de petits caractères et des informations pas toujours utiles pour l'accomplissement et la régulation de l'activité ;
- l'exposition à des visites d'inspection de la qualité dans des moments indéterminés.

Risques et dommages possibles

L'évaluation d'ensemble du processus de travail observé permet de remarquer les risques et les dommages possibles suivant :

- exposition à : poussières, fumées, bruit, températures élevées, radiation (typiquement IR), avec des conséquences possibles en termes de hypoacousie, pathologies respiratoires et de la peau et annexes, fatigue visuelle, etc. ;
- pathologies de la peau et annexes dérivant de l'utilisation de tous les dispositifs de protection (par exemple dermatites, infections cutanées et de l'oreille externe et moyenne, etc.) ;
- risque d'accidents, notamment à cause de choc ou accroc ou chute (au plan ou de l'échafaudage), avec des possibilités d'écrasement, de traumatismes musculo-squelettiques, de blessures, etc., et impliquées par l'usage de l'appareil à souder (voir les détails dans la liste des différentes phases) ;
- fatigue et gêne musculo-squelettique associées à l'adoption de postures fixes et pénibles ;

- stress, gêne psychophysique aspécifique, concernant les aspects de responsabilité, de variabilité et incertitude, d'hétérogénéité des tâches attribuées ;
- altération dans les biorythmes (par exemple du rythme sommeil-veille, digestif, etc.).

Indications de choix organisationnels alternatifs

Les indications que l'on peut envisager pour l'amélioration du travail et pour la santé et la sécurité des opérateurs, en ce qui concerne le processus de travail dans son ensemble, outre celles exposées pour chaque phase, sont les suivantes :

- l'évaluation de la possibilité d'accomplissement de l'activité observée seulement pendant des services de travail diurnes ;
- la conception du poste de travail - avec la participation des opérateurs - notamment pour éviter l'usage d'échafaudages (voir les indications particulières dans l'analyse des phases) ;
- l'activation de parcours de formation et de partage de problèmes spécifiques, favorisant une homogénéité majeure des niveaux de connaissance et de compétence technique, ainsi que d'une sécurité psychophysique accrue, et comprenant aussi des instruments d'analyse du travail et de conscience du travail en équipe (au besoin avec des médiation culturelles et linguistiques),
- l'activation de moments de partage des informations sur les problèmes de travail avec les soudeurs, pour discuter des choix organisationnels alternatifs ;
- la vérification d'alternatives à la présence de différents processus de travail dans le même environnement, aux fins d'un impact mineur ; de séparation des aires ; de systèmes phono-absorbant, etc. ;
- l'installation, l'entretien et le contrôle de moyens de protection « collectifs » ;
- la révision et le choix des dispositifs de protection individuelle avec la participation des travailleurs concernés ;
- la révision globale des documents WPS et WM (voir les indications particulières dans l'analyse des phases).

Remarques pour conclure

Bruno Maggi, Università di Bologna

Daniel Faïta, Aix-Marseille Université

Giovanni Rulli, ASL della Provincia di Varese, Università dell'Insubria

Les chapitres précédents ont présenté les résultats de deux analyses contemporaines d'un processus de travail de soudure manuelle, par électrode enrobée, menées dans une usine consacrée à la production de grandes composantes pour l'ingénierie nucléaire.

L'une des analyses a concerné le *travail des soudeurs*, selon la Méthode de l'Auto-confrontation : face aux images filmées d'une activité de soudure, on a sollicité dans un premier temps le discours d'un opérateur, protagoniste de cette activité, « se confrontant avec soi-même », avec ce qu'il fait, avec son travail ; dans un second temps s'est développé un rapport dialogique entre le premier opérateur et un collègue, ils ont discuté l'activité filmée, ses modalités, en rapport avec des modalités alternatives et avec les caractéristiques du contexte dans lequel elle se déroule.

L'autre analyse a concerné le *processus de soudure*, s'agissant d'une analyse organisationnelle, étendue à l'analyse biomédicale des conditions de santé et de sécurité des opérateurs, selon la Méthode des Congruences Organisationnelles : par la discussion avec les opérateurs, à la suite d'observations directes, à l'aide aussi des images filmées ainsi que de la consultation de documents, elle a produit une *description* de l'activité observée et de sa régulation (c'est-à-dire son « organisation »), et une *interprétation* des modes dont l'activité est configurée, à savoir des choix organisationnels qui la régulent, ainsi que l'identification de *choix alternatifs* pouvant induire des améliorations, d'*efficacité*, d'*efficience*, et de *bien-être* pour les opérateurs concernés, avec la formulation d'hypothèses de possibilité et de probabilité de *risque* et de *dommage* pour les sujets agissants, et par confrontation des hypothèses de choix adaptés à les éviter.

Compatibilité et synergie des deux méthodes

Une première remarque concerne donc nécessairement la *compatibilité* des deux méthodes employées. Elle porte à la fois sur la manière de voir l'activité étudiée, et la manière de concevoir le rapport entre chercheur et objet de la recherche. L'activité étudiée est vue dans son *développement* continu, comme *processus d'actions et de décisions*, se déroulant dans le temps, toujours changeant, et donc toujours ouvert à des alternatives possibles, bien loin de toute idée de séquence statique d'opérations, d'exécutions plates de tâches formalisées. L'analyse a pour protagonistes les opérateurs, non les chercheurs, loin des pratiques courantes d'analyses menées par des chercheurs externes à l'activité observée, prétendant l'étudier et l'interpréter sans en avoir la compétence spécifique. La compétence dont disposent les chercheurs, et non les opérateurs, est d'ordre méthodologique : compétence visant l'expression langagière du travail et son interprétation dans le cadre d'une méthode, compétence d'interprétation de la structuration du processus de travail dans l'autre méthode. La compétence biomédicale, quant à elle, n'est pas exercée sur la base d'une « inspection » confiée au sens commun, comme c'est le cas dans la pratique traditionnelle de la médecine du travail, mais sur les conditions de risques et de dommages possibles pour les sujets agissants, activées par les choix de structuration du processus de travail. On assiste presque à une « catalyse » du chercheur, ainsi qu'on l'entend traditionnellement. Nous préférons dire que le chercheur devient *methodologue* d'une lecture de l'activité de travail ayant pour protagonistes ceux de cette activité.

La compatibilité des deux méthodes repose sur la convergence épistémologique des théories dont elles dérivent : une théorie de l'activité langagière et une théorie de la régulation de l'action humaine. Des théories différentes impliquent nécessairement des différences de point de vue, mais une orientation épistémologique commune permet des parcours

interdisciplinaires et la mobilisation de différentes méthodes¹. Et cela produit des nombreuses et importantes *synergies* dans l'interprétation de l'activité de travail pour laquelle les méthodes sont employées : des évidences émergeant de l'application d'une méthode sont confirmées par l'autre, et la diversité des points de vue les valorisent, enrichissant la compréhension. Plusieurs thèmes méritent d'être soulignés.

La régulation de l'activité de travail

Il convient de considérer, avant tout, ce qui émerge de façon synergique des deux analyses en thème de *régulation* de l'activité de travail. Le programme de travail *impose* des paramètres de référence pour l'activité de travail, et octroie en même temps de la *discrétion* pour l'accomplissement des actions ; les opérateurs respectent totalement les paramètres prescrits et *exercent la discrétion* octroyée produisant chacun *ses propres règles* dans un processus d'action qui vise un résultat de haute qualité. Rappelons brièvement les critères qui permettent d'interpréter ces caractéristiques de la régulation de l'activité de soudure observée.

Tout processus d'action humaine – donc tout processus de travail – est régulé dans son développement, et il se développe en tant qu'il est régulé. La régulation est toujours en partie *hétéronome*, c'est-à-dire constituée de règles posées au processus en objet par d'autres processus d'action, et en partie *autonome*, c'est-à-dire constituée de règles propres au processus d'action considéré. Les règles, qu'elles soient hétéronomes ou autonomes, peuvent *imposer* l'accomplissement des actions ou admettre de la *discrétion* : toute règle – y compris celle que le sujet agissant se donne de manière autonome – peut indiquer une modalité univoque d'accomplissement de l'action ou bien des marges de variabilité discrétionnaires. Les règles, formelles ou informelles, explicites ou tacites, conscientes ou non conscientes pour le sujet agissant, sont

¹ Les références bibliographiques essentielles concernant les deux méthodes, et les théories dont elles dérivent, sont indiquées dans les chapitres précédents. Sur les rapports entre les deux théories et sur la compatibilité des deux méthodes, voir : Faïta, Maggi, 2007. Voir aussi : Faïta, 2013.

en partie posées avant l'action, et sont en partie contextuelles à l'action. Tout processus d'action est en partie *pré-ordonné*, de façon hétéronome et de façon autonome - dans un processus de travail, les règles préalables hétéronomes sont d'habitude formelles, écrites, ou de toute façon explicites - ; mais dans le développement de tout processus d'action les règles préalables sont inévitablement interprétées, réélaborées, parfois délaissées, et en tout cas intégrées par la régulation contextuelle à l'action, nécessairement informelle, tacite, même non consciente².

Examinons ce qui se passe dans le processus de travail de soudure observé. La pré-ordination hétéronome concerne notamment : les règles posées par la hiérarchie de proximité, le chef d'équipe, qui imposent la référence au document WPS pour les contenus du travail à accomplir, le document WM pour les enregistrements, et l'attribution du poste de travail ; les règles de programme écrites dans le document WPS, qui imposent les mesures dimensionnelles, les modalités de soudure, les caractéristiques des matériaux de remplissage, le type des électrodes, les températures de préchauffage, etc. ; les règles posées par l'école de soudure, qui imposent les paramètres concernant les modalités, les temps, l'utilisation des outils, les ampérages et les voltages, etc., et indiquent en même temps les marges discrétionnaires pour l'accomplissement des actions de soudure ; les règles de sécurité, qui imposent l'utilisation des dispositifs de protection individuelle, mais montrent des lacunes graves en ce qui concerne, par exemple, l'aspiration des fumées de soudure et le nettoyage des bleus de travail.

La pré-ordination autonome, à savoir les règles posées par l'opérateur avant l'action spécifique de soudure, concerne notamment : l'équipement du poste de travail, la préparation des outils, les modalités générales des actions de soudure, de nettoyage, d'utilisation des outils, de protection, dictées par la compétence construite à l'école de soudure et par l'expérience de travail

² Le rapport entre la production des règles, autonome et hétéronome, et l'accomplissement de l'action, ainsi que la variabilité modale des règles, dans le cadre d'une interprétation exhaustive de la régulation de l'agir humain, sont essentiellement traités in : Maggi, 2003: II, 3; 2011: 73-76.

accumulée. Ces règles, selon les cas, imposent modes et temps d'action ou bien prévoient des marges discrétionnaires.

La régulation contextuelle à l'action concerne : l'interprétation des règles hétéronomes, l'exercice des discrétions prévues à la fois de façon hétéronome et autonome (par exemple, concernant le poste de travail, le dispositif de chauffage, mais surtout les modes et les temps de soudure, de nettoyage, d'utilisation des outils), ainsi que l'intégration des règles insuffisantes ou inadaptées (par exemple, concernant l'aspiration des fumées, la disponibilité des outillages, les moyens de protection).

Les deux analyses montrent largement combien l'obtention des résultats attendus – notamment une qualité optimale du travail – est redevable à la régulation contextuelle à l'action, développée par les opérateurs dans toutes les phases du processus de travail, chacun selon sa propre compétence de « métier » et selon son propre « style »³. Il apparaît clairement que présumer, au contraire, que l'activité de travail serait constante et immuable, dans ses aspects techniques et humains, et croire que l'obtention des résultats dépend uniquement du respect strict de règles écrites et des vérifications formelles, est tout simplement naïf et irréaliste : un résidu de pratiques gestionnaires tayloristes, plus ou moins édulcorées.

La qualité du travail

La réflexion sur la régulation effective du travail de soudure stimule d'autres remarques – auxquelles les deux analyses contribuent toujours de façon synergique – notamment en ce qui concerne la haute qualité du travail de soudure demandée par l'ingénierie nucléaire.

Les prescriptions imposées, et justifiées par les finalités de l'activité de soudure, sont entièrement respectées : les opérateurs soulignent plusieurs fois l'importance des prescriptions et de leur plein respect. Et en même temps la richesse des actes de travail se situe dans la manière particulière selon laquelle chaque opérateur interprète ces prescriptions. Cette interprétation est

³ Sur la notion de « style » à ce propos, voir : Clot, Faïta, 2000 : 14-15.

inévitables, et nécessairement variables, à tel point que les opérateurs eux-mêmes ne sont entièrement conscients des décisions, des choix adoptés, qu'après s'être vu à l'œuvre et avoir raconté et commenté leur propre activité de travail. Or, cette variabilité se révèle source primaire d'efficacité et d'efficience. C'est la compétence des gestes professionnels, propre aux opérateurs, qui permet de prévoir, et de ce fait d'empêcher, par exemple, des défauts de soudure (comme les fissures) que les caractéristiques de la pièce à souder peuvent générer.

Chercher à empêcher cette variabilité, propre aux « styles » de travail, signifierait ignorer la richesse et la densité des savoirs d'expérience qui se constituent dans l'histoire professionnelle, individuelle et collective, et serait contraire aux attentes d'efficacité, d'efficience, et surtout de qualité. La qualité ne peut être atteinte que si les opérateurs prennent en charge la réalisation des conditions nécessaires pour l'obtenir.

La qualité se conjugue donc avec le développement de la « profession » de soudeur. Elle se conjugue, dans ce développement, avec la « valeur » que l'opérateur attribue à son travail, non disjointe de la conscience des finalités auxquelles il s'adresse, essentielle pour son engagement. Et, de même, elle se conjugue avec l'aspect « esthétique » du travail : dans le langage des soudeurs le travail « bien fait » est en même temps un « beau travail ».

La formation offerte dans les écoles de soudure devrait intégrer ces composantes cruciales de la construction de la compétence du soudeur. Objectif malaisé à atteindre, mais que la formation peut poursuivre si elle sait s'émanciper de l'idée de « transmission », et si la compétence n'est pas confondue avec les connaissances et les habilités techniques⁴.

La sécurité au travail

L'analyse organisationnelle étendue à l'analyse biomédicale des conditions de santé et de sécurité des opérateurs, comme on l'a dit ci-dessus, a

⁴ Sur le dépassement de l'idée de l'enseignement et de la formation comme « transmission » (de connaissances, capacités, etc.) on peut voir, par exemple, les contributions de Faïta, Barbini, Prot, Maggi, Reille-Baudrin, Masino, Simonet, recueillies in: Maggi, Prot, 2012.

permis aux travailleurs concernés de proposer des *choix alternatifs* pouvant induire des améliorations, non seulement d'efficacité et d'efficience pour le processus de soudure, mais aussi de *bien-être* pour les sujets agissants, à la différence des pratiques courantes, concernant des propositions *a posteriori* d'interventions de correction et de protection, visant à mitiger le risque.

Les interprétations de l'activité de travail explicitées par les opérateurs font émerger leur capacité de *prévision* de risques et dommages, ainsi que le jugement pertinent des choix concernant la sauvegarde de la santé et de la sécurité. Seules les définitions biomédicales faisant partie de l'interprétation du processus de travail ne sont pas – pour des raisons évidentes de compétence – attribuables aux opérateurs. Cela confirme la nécessité de rendre les sujets agissants des processus de travail protagonistes de l'analyse de leurs propres activités afin de poursuivre une *prévention primaire* réelle, ou de surmonter du moins les limites de la « gestion des risques » promue et pratiquée d'habitude⁵.

Les deux analyses montrent, en outre, que le rapport entre formalité des prescriptions et variabilité de l'accomplissement des actions a une incidence majeure sur les conditions de sécurité des opérateurs. Les choix spécifiques des opérateurs dans le déroulement du processus de travail incluent, la plupart du temps, l'attention portée à leur sécurité. Les attitudes de chacun pouvant être très différentes, les analyses mettent en évidence deux polarités : d'une part, l'acceptation des conditions de risque auxquelles on fait face, qu'elles soient connectées aux matériaux, à la configuration des outils, aux modes opératoires, jusqu'à la dotation des dispositifs de protection ; d'autre part, la critique de la présence de risques, mais aussi de la conception des outils en dotation et des dispositifs de protection. En tout cas, l'accomplissement des actions techniques intègre manifestement l'engagement pour la sécurité, à la fois dans l'exercice de

⁵ Sur la possibilité d'une prévention réelle, et pour une critique articulée des normes et des pratiques centrées sur la gestion des risques existants, on peut voir les contributions du Programme « Organization and Well-being » publiées par la TAO Digital Library ; en particulier : Maggi, Rulli, 2011a (avec textes de : Etienne, Maggi, Salento, Clot, Costa, Rulli) ; 2011b (avec textes de : Maggi, Rulli, Del Punta, Pascucci, Salento, Fabbri).

larges discrétions, comme pour l'équipement du poste de travail, et dans le respect des règles professionnelles de soudure.

Les rapports entre processus d'action

Les rapports entre le processus d'action de soudure et les processus d'action qui le précèdent et le suivent méritent une dernière remarque. Ces rapports ressortent principalement de l'analyse qui distingue les différentes phases du processus de travail, mais ils sont clairement commentés aussi par l'analyse fondée sur l'auto-confrontation des opérateurs. L'évaluation de la conception et de la structuration de l'activité de soudure ne peut pas être disjointe des influences exercées sur celle-ci par les choix concernant la fabrication des objets soumis à cette soudure – dans le cas spécifique des couples de *lug* du pressuriseur -, le positionnement de l'engin dans l'aire de travail, l'équipement du poste de travail (et le défaut de conception qui le concerne), la conception des outils insuffisamment attentive aux variabilités des actions de soudure. L'analyse a mis en évidence des alternatives de résultats attendus, d'actions techniques et de régulation, impliquant même les phases précédant ou suivant le processus de travail observé. Cela peut permettre parfois d'économiser des phases ou des processus entiers de correction (comme dans le cas du processus analysé).

Une évaluation exhaustive de l'activité de soudure doit tenir compte du fait qu'elle est strictement en rapport avec d'autres processus de travail, responsabilité dont se chargent les opérateurs, ce qui émerge, encore de manière synergique, des deux analyses.

Références bibliographiques

CLOT Y.

1999 *La fonction psychologique du travail*, Paris: Presses Universitaires de France;
2006 ed. it., *La funzione psicologica del lavoro*, Roma: Carocci.

CLOT Y., FAÏTA D.

2000 Genre et style en analyse du travail. Concepts et méthodes, *Travailler*, 4 :
7-42.

CLOT Y., FAÏTA D., FERNANDEZ G., SCHELLER L.

2001 Entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de
l'activité, *Education permanente*, 146 : 17-25.

CURIE J., DUPUY R.

1994 Acteurs en organisation ou l'interconstruction des milieux de vie, in
Louche C. (Ed.), *Individu et organisation*: 111-119, Lausanne: Delachaux et
Niestlé.

FAÏTA D.

2007 L'image animée comme artefact dans le cadre méthodologique d'une
analyse clinique de l'activité. *@ctivités*, 4, 2 : 3-15.

2013 *Langage et travail / Linguaggio e lavoro*, <http://amsacta.cib.unibo.it>,
Bologna: TAO Digital Library.

FAÏTA D., MAGGI B.

2007 *Un débat en analyse du travail. Deux méthodes en synergie dans l'étude d'une
situation d'enseignement*, Toulouse : Octarès Editions.

FAÏTA D., VIEIRA M.

2003 Réflexions méthodologiques sur l'auto confrontation croisée, in Amigues
R., Faïta D., Kherroubi M. (Eds.), *Métier enseignante, organisation du
travail et analyse de l'activité*, SKHOLE, Numéro Spécial. 1 : 57-69.

MAGGI B.

1984/1990 *Razionalità e benessere. Studio interdisciplinare dell'organizzazione*,
Milano: Etas Libri.

2003 *De l'agir organisationnel. Un point de vue sur le travail, le bien-être,
l'apprentissage*, Toulouse : Octarès Editions; 2006 ed. port., *Do agir
organizacional, Um ponto de vista sobre o trabalho, o bem-estar, a
aprendizagem*, Sao Paulo: Editora Edgard Blücher; 2009 ed. sp., *El actuar
organizativo. Un punto de vista sobre el trabajo, el bienestar, el aprendizaje*,
Madrid: Editorial Modus Laborandi.

2006 Bem-estar / Bienestar, *Laboreal*, 2, 1, <http://laboreal.up.pt/>: 62-63.

- 2011 Théorie de l'agir organisationnel, in Maggi B. (Ed.), *Interpréter l'agir : un défi théorique* : 69-96, Paris: Presses Universitaires de France; 2011 ed. it., *Teoria dell'agire organizzativo*, in Maggi B. (Ed.), *Interpretare l'agire: una sfida teorica*: 67-88, Roma: Carocci.

MAGGI B., PROT B. (Eds.)

- 2012 *Développer le pouvoir d'apprendre : pour une critique de la transmission en éducation et en formation*, <http://amsacta.cib.unibo.it>, Bologna: TAO Digital Library.

MAGGI B., RULLI G. (Eds.)

- 2011a *Prevention at work and stress evaluation in France and in Italy / La prévention sur les lieux de travail et l'évaluation du stress en France et en Italie / Prevenzione nei luoghi di lavoro e valutazione dello stress in Francia e in Italia*, <http://amsacta.cib.unibo.it>, Bologna: TAO Digital Library.
- 2011b *Decreto Legislativo 81/2008. Quale prevenzione nei luoghi di lavoro?*, <http://amsacta.cib.unibo.it>, Bologna: TAO Digital Library.

RULLI G.

- 1996 La formazione per la prevenzione e il d.lgs. 626/94. Un'esperienza nel settore dei servizi, in *Formazione per la prevenzione, metodo delle congruenze organizzative e d.lgs. 626/94*, Quaderno del Programma Interdisciplinare di Ricerca « Organization and Well-being »: 36-41, Torino: Tirrenia Stampatori.