La notion de régulation dans l'analyse de l'activité

The concept of regulation in activity analysis

La noción de regulacion en el analisis de la actividad

Jacques Leplat

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/pistes/3101>

DOI : 10.4000/pistes.3101

ISSN : 1481-9384

Éditeur

Les Amis de PISTES

Édition imprimée

Date de publication : 1 mai 2006

Référence électronique

Jacques Leplat, « La notion de régulation dans l'analyse de l'activité », *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* [En ligne], 8-1 | 2006, mis en ligne le 01 mai 2006, consulté le 30 avril 2019.

URL : <http://journals.openedition.org/pistes/3101> ; DOI : 10.4000/pistes.3101

Ce document a été généré automatiquement le 30 avril 2019.

Pistes est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

La notion de régulation dans l'analyse de l'activité

The concept of regulation in activity analysis

La noción de regulacion en el analisis de la actividad

Jacques Leplat

- 1 La notion de régulation revient souvent dans les textes consacrés à l'étude de l'activité en situation de travail, que ce soit dans une perspective psychologique, ergonomique ou dans celle de la formation. Son emploi revêt des formes variées depuis un emploi en référence à un modèle précis jusqu'à un emploi sans définition préalable. Dans ces différents cas, la notion véhicule généralement l'idée de contrôle : quand on dit qu'un processus est régulé, on sous-entend, au moins, qu'il est contrôlé, organisé, même si on ne spécifie pas comment. Dans cette signification floue, un processus régulé s'oppose à un processus plus ou moins erratique. Pour être plus précis, il faudra réfléchir sur le contenu à donner à cette notion de régulation : ce sera un des buts de cet article. Ashby (1958) qui a beaucoup travaillé à donner un statut à cette notion en a montré aussi l'intérêt dans des domaines variés.

« Le sujet de la régulation est très étendu dans ses applications couvrant la plupart des activités en physiologie, sociologie, écologie, économie et beaucoup d'activités dans toutes les branches de la science et de la vie » (p. 105).

- 2 Le présent texte, d'ambition plus modeste, voudrait montrer le bénéfice que peut attendre l'analyse de l'activité en situation de travail d'une bonne connaissance de la notion de régulation et de sa modélisation. À cette fin, il voudrait surtout suggérer quelques pistes de travail et des moyens de les poursuivre. Le lecteur qui souhaite approfondir cette notion et la situer dans des contextes plus larges où elle a été systématisée et discutée pourra consulter, par exemple, Simon (2004, 1996) ou Le Moigne (1990). Dans le présent article, on commencera par dégager quelques traits essentiels de la régulation et on en proposera un modèle qui retient ses traits essentiels. Comme tout modèle, celui-ci n'épuise pas les propriétés de la situation qu'il modélise. Ce sera parfois à travers ses insuffisances mêmes et ses limites que se révéleront des propriétés de cette situation. On articulera aussi cette notion à celle de règle. La deuxième partie s'attachera

à montrer comment le modèle de régulation proposé permet d'éclairer l'analyse de l'activité, en même temps que celle-ci amène à enrichir ce modèle. Elle fera apparaître, notamment, la multiplicité des boucles de régulation susceptibles d'être exploitées dans l'exécution d'une tâche et le rôle important que peut jouer la métarégulation dans l'organisation de l'activité. La troisième partie, plus concrète, examinera quelques types de modélisation de la régulation dans des études d'orientation ergonomique. Elle en donnera un petit historique, puis abordera des thèmes autour desquels se sont organisées de telles études, en particulier la place des cadres temporels, les activités collectives et la formation. La conclusion reviendra sur l'intérêt de l'usage de la notion de régulation et indiquera quelques limites à son utilisation.

1. Questions de définition

- 3 On rappellera d'abord quelques définitions données dans des domaines variés, définitions qui font ressortir les traits essentiels de la notion de régulation. Dans l'*Encyclopaedia Universalis*, Canguilhem écrit que

« le concept de régulation, dans son acception la plus large, renferme au minimum trois idées : celle de relation d'interaction entre éléments instables, celle de critère ou de repère, celle de comparateur. La régulation, c'est l'ajustement, conformément à quelque règle ou norme, d'une pluralité de mouvements ou d'actes ou de leurs effets ou produits que leur diversité ou leur succession rend d'abord étrangers les uns aux autres. À consulter les dictionnaires du siècle dernier, on constate que le terme de régulateur a précédé celui de régulation. »
- 4 Dans un tout autre contexte, et à une période déjà ancienne, des modèles de régulation ont été formalisés dans des textes de techniques de l'ingénieur consacrés au contrôle de processus. Ils étaient souvent présentés sous le nom de systèmes de contrôle à boucle fermée à distinguer des systèmes à boucle ouverte. Ces derniers formalisent des systèmes de contrôle dans lesquels les variations des valeurs des variables contrôlées sont nulles ou exactement prévisibles : le processus pourrait alors être réglé une fois pour toutes. Mais, ce n'est pas le cas en pratique : d'abord, le contrôle de chaque variable n'est pas parfait ; ensuite, toutes les variables ne peuvent être contrôlées (par exemple, les variables caractérisant les conditions d'environnement ou la nature de la matière brute à traiter). La régulation du processus exige alors une correction du fonctionnement du processus qui est fonction de l'écart entre le résultat à atteindre et celui effectivement obtenu.
- 5 Piaget qui a souvent utilisé la notion de régulation y a consacré notamment quelques pages très instructives dans un ouvrage de 1967. Il note que « sous sa forme la plus générale, une régulation est un contrôle rétroactif qui maintient l'équilibre relatif d'une structure organisée ou d'une organisation en voie de construction » (p. 239) et il fait remarquer que « la construction d'une structure est indissociable de sa régulation » (id.). Il est revenu sur la notion en 1975 à propos de l'équilibration des structures cognitives. On en retiendra cette définition :

« on parle de régulation, de façon générale, lorsque la reprise A' d'une action A est modifiée par les résultats de celle-ci, donc d'un effet en retour des résultats de A sur son nouveau déroulement A' » (p. 23).
- 6 Une des premières utilisations explicites d'un modèle de régulation en psychologie est due à Miller et coll. (1970) au moment où commençait à se développer la psychologie cognitive. La préoccupation de ces auteurs était de « découvrir si les idées cybernétiques avaient quelque pertinence pour la psychologie » (p. 3), si les nouvelles idées « pouvaient

contribuer à, et profiter de la science du comportement que les psychologues avaient créée » (id.). L'élément fondamental de l'« hypothèse cybernétique » qu'ils proposaient était la boucle de feedback dite « TOTE unit », TOTE pour Test-Operate-Test-Exit, c'est-à-dire « Tester-Exécuter-Tester-Sortir » (figure 1 sur laquelle on a ajouté l'exemple du clouage). Leur souhait était de montrer que cette unité TOTE pouvait être généralisée à la description des comportements. Selon eux, les flèches du schéma de la figure 1 pouvaient représenter l'une ou l'autre des trois entités suivantes : l'énergie, l'information ou le contrôle. Dans ce dernier cas, les flèches symbolisent « l'ordre dans lequel les instructions sont exécutées » (p. 29).

Figure 1. L'unité TOTE avec l'exemple choisi par les auteurs

Adapté de Miller et coll. (1970), d'après les figures pages 26 et 34.

- 7 La théorie du contrôle a développé un formalisme mathématique pour l'analyse des modèles de régulation : on n'en retiendra ici que quelques traits essentiels en empruntant à Naslin (1958) cette définition :

« un système asservi ou à régulation est un système dont le fonctionnement est régi par les écarts de son comportement effectif ou instantané par rapport à son comportement assigné » (p.13).
- 8 La figure 2 qui ne fait que développer la figure précédente schématise un tel système et fait apparaître les éléments essentiels d'un modèle de régulation :
 - Le *comparateur* qui évalue l'écart entre le comportement assigné, le but à atteindre (x_o) et le comportement effectif (x_s) qui peut être représenté de manières diverses, notamment sous la forme d'un simple résultat de soustraction. Cet écart ou erreur est désigné par e sur la figure 2.
 - Le *régulateur* qui traduit l'écart précédent en actions, i , sur le dispositif, pour l'élimination de cet écart.

- Le dispositif contrôlé dont la régulation vise à assurer le fonctionnement souhaité. Ce dispositif se caractérise aussi par ses entrées, par les perturbations qu'il peut subir et par les actions qui peuvent être exercées sur lui, symbolisées par « i » sur la figure.
- La boucle de régulation ou feedback qui transmet au comparateur les informations xs sur les résultats du fonctionnement du dispositif.

Figure 2. Schéma d'un système de régulation

e : erreur ou écart; i : action visant à l'élimination de l'erreur; X_0 : variable cible; X_s : résultat ou variable réglée.

- 9 Un tel modèle fournit un cadre souple pour l'analyse et servira de référence à notre développement. Il amène à s'interroger sur de grands types de fonctions mis en œuvre dans une action de contrôle d'un dispositif, mais il laisse ouvert à l'analyste l'étude de la manière dont sont remplies ces différentes fonctions : comment sont fixés les buts, comment sont caractérisés les écarts au but, comment sont générées les réponses du régulateur, sous quelle forme et comment est transmis le feedback, quelles sont les fonctions du système considéré, etc. L'unité choisie pour constituer le dispositif de régulation peut être plus ou moins large. Ainsi, chaque unité peut être en général décomposée en sous-unités ou intégrée comme composante d'un dispositif plus large. Miller et coll. (1970) parlent de « plan hiérarchique » pour cette organisation de dispositifs. Pour reprendre l'exemple de Miller et coll. avec l'enfoncement du clou par un marteau (p. 36), on peut analyser ce dispositif en distinguant le contrôle du mouvement du marteau (quand il est en bas, le lever ; quand il est en haut, frapper). On pourrait aussi considérer que la régulation du clouage est intégrée dans la régulation d'un ensemble de clouages : cette régulation supérieure indiquera quel clou il faut enfoncer à un moment donné.
- 10 Vicente (1999) a noté que

« la théorie du contrôle fournit un langage générique pour la compréhension de l'action » (p. 72) et il l'utilise pour « résoudre le conflit apparent entre les perspectives d'analyse de la tâche fondées sur les contraintes et celles fondées sur les instructions » (p. 73).
- 11 Il note que l'idée de base sous-jacente aux modèles issus de cette théorie et appliquée aux opérateurs est que

« les gens sont des agents adaptatifs et orientés par un but » (id.) et il remarque justement que, quoique ces modèles « ne sont pas des représentants réalistes de l'action humaine dans les systèmes complexes, ils peuvent néanmoins être utilisés pour découvrir un certain nombre d'idées importantes » (id.).

1.1 Régulation et règle

- 12 Régulation et règle sont des mots de la même famille mais quelquefois abusivement considérés comme synonymes. À les différencier, on fera ressortir leur spécificité en même temps que leurs relations. Une *règle* est une proposition qui indique l'action à réaliser dans des conditions données. Sa forme la plus simple est : « si A se produit, faire X ». Il faut distinguer l'expression de la règle de son application, de son suivi (« rule following »), le résultat duquel ne dépend pas seulement de la règle, mais des conditions dans lesquelles celle-ci doit être appliquée, conditions qui ne peuvent jamais être complètement définies (Gill, 1996).
- 13 Le modèle de régulation permet de mieux saisir ces remarques. En se reportant à la figure 2 qui schématise un système élémentaire de régulation, on peut concevoir la mise en œuvre de la règle comme une fonction du régulateur : c'est celle qui transforme le résultat « e » de la fonction de comparaison en action « i » sur le système. La règle apparaît alors comme une composante, certes essentielle, mais non unique du système de régulation. Ce qu'ajoute ce dernier, c'est la prise en compte des résultats de l'application de la règle et l'élaboration du diagnostic. On retiendra que la connaissance des règles ne suffit pas à définir la régulation d'une activité : celle-ci requiert que soient définies les autres fonctions du modèle. Le problème de la coordination des règles et celui des relations entre règles et régulation seront ultérieurement repris.

2. La régulation dans l'analyse de l'activité

- 14 Cette partie voudrait montrer comment un modèle de régulation peut mettre en lumière certains aspects de l'activité. On commencera par souligner comment ce modèle s'intègre particulièrement bien dans la théorie de l'activité initialement développée par Leontiev. Le modèle sera ensuite précisé pour une situation de travail élémentaire et seront examinés différents types de boucles de régulation. Enfin seront abordés quelques aspects du problème de la régulation des régulations.

2.1 La régulation dans une théorie de l'activité

- 15 Le modèle de régulation s'insère particulièrement bien dans la théorie de l'activité développée par Leontiev à laquelle nous avons fait dans le passé de larges emprunts résumés, en particulier dans Leplat (1997). Comme notre objet n'est pas, ici, de développer cette théorie, nous ne ferons qu'en rappeler quelques traits essentiels à partir de textes de Leontiev retenus dans le cadre 1. Mentionnons des points majeurs : une activité se définit par son motif, l'action par son but conscient, les opérations par les moyens de réalisation de l'action. Une activité se réalise par des actions : ce sont celles-ci qui nous intéresseront plus directement dans ce texte. Les actions trouvent leur motif et leur sens dans l'activité dans laquelle elles s'insèrent. Si l'on considère le processus qui intègre les actions composantes, on pourra dire qu'il constitue une *action* si on le caractérise par son but et une *activité* si on le caractérise par son motif, c'est-à-dire par sa « composante énergétique » (Bedny et Meister, 1997, p. 42), par son aspect incitatif, correspondant à la réponse à un besoin.

Cadre 1. Activité, action et opération dans le modèle de l'activité de Leontiev (1975)

« Les composantes essentielles des activités humaines sont les actions qui les réalisent. Nous appelons action un processus soumis à la représentation du résultat qui doit être atteint, c'est-à-dire à un processus soumis à un but conscient. De même que le concept de motif est corollaire du concept d'activité, le concept de but est corollaire du concept d'action » (p. 113).

« Quand se déroule sous nos yeux un processus concret - extérieur ou intérieur - il apparaît sous l'angle de son rapport au motif, en tant qu'activité de l'homme et, appréhendé comme obéissant à un but, sous forme d'action ou de somme, de chaîne d'actions » (p. 115).

« L'activité est un processus caractérisé par des transformations constantes. L'activité peut perdre le motif qui l'a fait naître et se transformer alors en une action réalisant peut-être un tout autre rapport au monde, une autre activité ; à l'inverse, l'action peut acquérir une force motivante autonome et devenir une activité particulière, enfin l'action peut se transformer en moyen d'atteindre un but, en opération capable de réaliser diverses actions » (p. 121).

- 16 L'action répond donc à un but. Dans une situation de travail, ce but fait partie de la tâche que ce même Leontiev définit comme « un but donné dans des conditions déterminées » (1972, p. 96). L'importance accordée à la notion de but amène très directement au modèle de régulation pour lequel cette notion joue un rôle majeur puisqu'un système de régulation est régi par des écarts de son fonctionnement réel au but assigné. Ainsi, Bedny et Meister (1997) déclarent que

« la manière dont les buts se développent est une des questions fondamentales de la théorie de l'activité » (p. 37).

- 17 Il n'est donc pas étonnant que le modèle de régulation tienne une grande place dans cette théorie, comme l'ont souligné ces auteurs. Il constitue un modèle du passage du but à l'action, une sorte de modèle-cadre permettant de distinguer quelques problèmes importants soulevés par ce passage. On fera aussi quelques allusions à la question peu abordée à notre connaissance, celle de la régulation des motifs qui concerne très directement l'activité.

2.2 Une situation paradigmatique, le contrôle d'un système simple

Figure 3. Boucles de régulation (1, 2, 3) d'un dispositif contrôlé par un opérateur

À l'intérieur du pointillé, les fonctions confiées à l'opérateur, 1, 2, 3 : numéros des boucles de régulation.

- 18 On a repris sur la figure 3 le schéma du modèle de régulation de la figure 2 en insérant dans un cadre les fonctions qui peuvent être confiées à l'homme dans le contrôle du dispositif. Cette figure fait bien apparaître la distinction entre dispositif (ou système) contrôlé et dispositif (ou système de contrôle). Le modèle peut être celui de l'usage d'un appareil ménager, d'une perceuse, d'une voiture. Dans ces cas, l'opérateur fixe le but de l'activité, il évalue le résultat par rapport à ce but (fonction de comparaison) et il traduit cette évaluation en action à entreprendre pour annuler l'écart au but. Le modèle de régulation peut être à la fois celui du dispositif contrôlé et celui de l'homme qui le contrôle : il est alors celui du système homme-dispositif. On reviendra ici sur les fonctions confiées à l'opérateur pour les préciser et expliciter quelques problèmes qu'elles posent.
- 19 **La fixation du but.** Le but peut être imposé à l'opérateur (but prescrit) ou choisi par lui, soit parce qu'il est parfaitement autonome, soit parce qu'il redéfinit ce but à partir des prescriptions et de ses objectifs propres (but redéfini correspondant à l'intention de l'opérateur). On a développé ailleurs ce problème (Leplat, 1997 et 2000) dont on ne fera que rappeler l'essentiel. L'écart entre le but (une cible ou une instruction) et le résultat effectif constitue l'erreur qui détermine l'action à entreprendre par le régulateur. Cette erreur ne sera pas la même selon que l'écart est référé au but prescrit ou au but redéfini. Il sera donc important de distinguer l'erreur pour l'expert (qui a défini le but prescrit) et l'erreur pour l'opérateur (correspondant au but redéfini par celui-ci).
- 20 **La fonction de comparaison.** Elle vient d'être évoquée à partir des conséquences de la fixation du but. La comparaison peut être une simple soustraction, comme dans le cas d'un écart numériquement calculable, par exemple entre une dimension-cible et une dimension observée. Mais la comparaison peut être plus complexe lorsque le résultat est évalué par plusieurs critères ou de manière qualitative, comme dans certaines activités de jardinage ou de bricolage. Cette comparaison peut relever aussi du diagnostic, comme dans des activités de dépannage où il ne s'agit pas seulement de relever un écart, mais d'identifier cet écart et son origine.
- 21 **La fonction de régulateur.** Cette fonction qui vise à définir les actions à entreprendre sur le dispositif pour annuler l'écart est réalisable selon des modes différents caractérisables, par exemple, à partir de la hiérarchie d'abstraction de Rasmussen (Rasmussen et coll., 1994) : (1) *mode routinier* : à chaque catégorie d'erreur est associé un type d'action. L'opérateur agit de manière automatique, sans être nécessairement en mesure de justifier

techniquement son action ; *mode règle* : l'opérateur dispose d'un ensemble de règles du type « si tel diagnostic, engager tel type d'action » ; *mode connaissances sur le fonctionnement du dispositif technique* : l'opérateur fait appel à ces connaissances pour trouver comment éliminer l'écart au but.

- 22 **L'opérateur.** On peut distinguer différents types d'actions relevant de l'opérateur. Non seulement il assure les fonctions qui viennent d'être mentionnées, mais encore, il peut les assurer de manières diverses, selon ses caractéristiques propres. C'est ici que prend place le phénomène de vicariance qui marque la possibilité d'obtenir le même effet par des voies différentes. Mais il ne faut pas oublier non plus que l'opérateur peut fixer les contours du système contrôlé en même temps que les buts effectivement poursuivis. Enfin, il faut bien rappeler que l'opérateur se gère lui-même en même temps que son action et qu'un modèle de régulation simple ne prend pas en compte toute la richesse de l'activité.
- 23 Ces remarques ouvrent le vaste champ des analyses qui peuvent être suscitées et conduites à partir du modèle de régulation, mais il n'en suggère qu'une petite partie. Enfin, on notera que le mode de contrôle introduit dans cette situation simple est de type rétroactif : la boucle de feedback centrée sur le résultat ne permet la correction des écarts qu'une fois qu'ils se sont produits. On verra plus loin que d'autres boucles de régulation sont possibles.

2.3 La multiplicité des boucles possibles pour le contrôle du même dispositif

- 24 De nombreuses sources d'information peuvent être prélevées sur un dispositif en fonctionnement et intégrées à des boucles de régulation exploitables pour l'amélioration du fonctionnement de ce dispositif et la prévention des erreurs. On en mentionnera quelques principaux types (figure 3).
- 25 *La boucle de régulation à partir des résultats* qui vient d'être examinée et qui relève de la catégorie de rétroaction (boucle 1).
- 26 *La boucle de régulation à partir du fonctionnement du dispositif réglé (boucle 2).* Les caractéristiques de ce fonctionnement peuvent fournir des indications permettant de prévoir des anomalies du produit de sortie. Ainsi, des vibrations d'un appareil peuvent présager l'occurrence prochaine d'un certain type de défaut. Il devient alors possible de prévoir ou d'empêcher très rapidement la production de résultats hors norme grâce à une intervention sur le fonctionnement qui peut être directement ciblée. À cette fin, est nécessaire une bonne connaissance des relations entre le résultat insatisfaisant et le dysfonctionnement : c'est grâce à elle que la correction pourra être ajustée.
- 27 *La boucle de régulation à partir du produit d'entrée (boucle 3).* Lorsque le dispositif a pour but de transformer un produit d'entrée, il est possible que l'opérateur dispose d'informations préalables sur ce produit dont il connaît les conséquences sur le produit de sortie. Cet opérateur pourra alors agir sur le fonctionnement du dispositif en conséquence afin de garder le produit de sortie dans les normes recommandées. Là encore, comme dans le cas précédent, il doit disposer soit d'instructions préconisant les actions de correction utiles, soit d'une connaissance du fonctionnement permettant de les élaborer. Il devient alors possible d'entreprendre des interventions préventives sur le fonctionnement du dispositif avant que la production se dégrade.

- 28 *La boucle de régulation à partir du comportement de l'opérateur (non figurée sur la figure 3).* Un quatrième type de boucle prend sa source dans l'information que le sujet reçoit de sa propre activité : cette information peut être prélevée par l'opérateur lui-même ou par un procédé extérieur. Le premier cas se réfère au fait que l'opérateur reçoit des informations sur son propre fonctionnement. Le phénomène le plus connu est celui du sentiment de charge ou de fatigue qui indique à l'opérateur qu'il n'est plus dans les conditions optimales pour gérer son activité. C'est ainsi qu'on recommandera au conducteur de voiture de faire une pause quand il se sent fatigué. Comme on n'est jamais sûr que le conducteur soit conscient de cette fatigue et de ses conséquences, on a imaginé des dispositifs d'évaluation de la chute de vigilance (fréquence plus grande des petits mouvements du volant, par exemple) qui permettent de déclencher un signal d'avertissement très perceptible par le conducteur. Un autre exemple d'un feedback issu de l'activité de l'opérateur et exploitable cette fois d'une manière réflexe est l'information qu'il reçoit d'une activité enclenchée avant qu'elle se soit pleinement réalisée et qui permet de bloquer cette activité ou de la corriger avant qu'elle soit visuellement perçue. Il en est ainsi pour l'activité de frappe d'un texte sur clavier où le mouvement amorcé sur une touche non pertinente est stoppé avant d'être complètement réalisé, ou corrigé avant même que son effet sur le texte frappé ait été perçu.
- 29 *Régulation rétroactive et régulation proactive.* Par rapport au dispositif contrôlé, le premier cas précédent donnait l'exemple d'une régulation rétroactive, fondée sur les résultats. Les trois suivants illustrent des cas de régulation proactive. Piaget (1967) (cadre 2) a insisté sur l'importance de cette distinction qui a été dite aussi « réactive/anticipatrice ». Elle rappelle une distinction souvent faite dans l'étude de l'erreur entre l'erreur sur le résultat et l'erreur dans le processus de sa production. La distinction évoque aussi celle souvent faite entre l'action symptomatique qui vise à éliminer le symptôme et l'action curative qui vise à éliminer la source de ce symptôme pour éviter la reproduction de ce dernier.

Cadre 2. Deux types de régulation, réactive et anticipatrice

« Le caractère général des régulations proprement organiques et des régulations cybernétiques au sens courant du terme est de constituer, grâce au contrôle rétroactif, des corrections ou des modérations de l'erreur. Ou bien la régulation porte sur le résultat d'un processus et revient alors à accepter la marche normale ou réussite, ou à compenser la déviation et corriger l'erreur ; ou bien le mécanisme régulateur porte sur le processus en cours ou sur l'action elle-même par opposition à son résultat, et comporte ainsi une dimension anticipatrice, et il consiste alors en un guidage qui lui aussi revient à confirmer les bonnes directions et à corriger ou compenser les directions erronées. »

D'après Piaget, 1967, p. 239.

2.4 Différents types de boucles de régulation

- 30 On présentera dans cette partie quelques autres types de boucles de régulation correspondant à diverses caractéristiques de l'activité.

2.3.1 Régulation par le résultat et régulation par la procédure

- 31 Dans tout travail, mais encore plus dans les travaux complexes, il existe un certain nombre d'aléas auxquels ne correspondent pas de réponse toute prête. L'opérateur est donc face à une situation de résolution de problème qui l'oblige à recourir à des connaissances issues de sa formation ou de son expérience. Là, deux voies s'offrent à lui : ou bien s'attacher à la seule recherche d'une solution et s'estimer satisfait quand il l'a trouvée, ou bien, parallèlement à la recherche de cette solution ou à sa suite, élaborer la procédure qui lui permettra ultérieurement de résoudre non seulement ce problème, mais encore les problèmes de même type susceptibles de se présenter. On retrouve dans ces deux démarches une distinction qui rappelle celle évoquée plus haut entre régulation réactive et régulation anticipative. On dira aussi que dans le premier cas, l'opérateur cherche un procédé pour résoudre le problème ponctuel, dans le second cas qu'il cherche une procédure (ou stratégie) pour résoudre les problèmes de la même classe. Cette distinction s'inscrit dans celle que Piaget (1974) faisait entre réussir et comprendre. Hoc (1987, p. 39), pour sa part, a distingué exécution de procédure et élaboration de procédure. Cette distinction est aussi parente de celle que fait Falzon (1994) entre activités fonctionnelles et métafonctionnelles, les premières « orientées vers la production immédiate », les secondes, visant à la

« construction de connaissances et d'outils (...) destinés à une éventuelle utilisation ultérieure ».

- 32 Cet auteur et ses collaborateurs ont donné de nombreux exemples de situations de travail montrant l'intérêt de cette distinction. Rogalski (1994) a souligné le rôle de cette distinction pour la formation des opérateurs et l'évaluation de l'activité. Ces recherches font ressortir l'importance de la définition du but de la tâche. Cette définition (ou redéfinition) peut être laissée à l'opérateur, mais elle a avantage à être explicitée et parfois assistée par l'usage de quelques repères propres à orienter la démarche dans la direction souhaitée.

2.3.2 Deux grandes catégories de boucles de régulation : internes et externes

- 33 Jusqu'à présent, il a été essentiellement question des boucles de régulation relatives à la tâche et qui visent l'efficacité de l'action lorsque celle-ci est conçue comme réponse à une tâche. Mais l'opérateur engagé dans son activité poursuit aussi des fins qui lui sont propres : ménager sa santé, accroître son confort, améliorer sa qualification, etc. L'ergonomie prend de plus en plus en compte cette composante de l'activité. Le schéma de la figure 4 (d'après Leplat, 1997) fait bien apparaître ces deux types de boucles. Le deuxième type est le plus souvent illustré avec la charge de travail. Alors, l'évaluation - la fonction de comparaison - porte d'une part sur la charge ressentie par l'opérateur et, d'autre part, sur la charge que celui-ci vise à ne pas dépasser. L'écart, subjectivement jugé, sera pris en compte pour l'ajustement de l'activité. Dans cette seconde catégorie, il existe plusieurs autres boucles possibles correspondant aux différentes finalités personnelles des opérateurs dont quelques-unes ont été mentionnées plus haut. Le problème difficile avec cette seconde catégorie de boucles est d'opérationnaliser les finalités dont il est question et de trouver une explicitation des termes de l'évaluation : comment évaluer ce qui est visé et ce qui est réalisé pour en déterminer l'écart.

Figure 4. Cadre général pour l'analyse de l'activité

On remarquera les deux boucles de régulation à la partie gauche et à la partie droite du schéma. Lire a -----> b, comme b dépend de a).

- 34 Les deux catégories de boucles renvoient à ce qu'on désigne aussi comme la double rationalité de l'activité (Dejours, 1995) : une rationalité « téléologique » ou « cognitive-instrumentale » qui correspond à la catégorie des boucles centrées sur la tâche, et la rationalité « pathique » ou « subjective » qui correspond à la catégorie des boucles centrées sur le sujet. Ces aspects ont été développés aussi dans Leplat (1997 et 2000).

2.4 Régulation et métarégulation

- 35 Dans le contrôle d'un même dispositif, l'existence préalable de plusieurs boucles de régulation pose le problème de leur articulation dans la réalisation d'une action qui est nécessairement unique. Il s'agit là, en quelque sorte, d'une régulation des régulations qu'on considérera comme une métarégulation : on en mentionnera quelques types importants.

2.4.1 Régulation fonctionnelle et régulation structurale

- 36 Dans ce premier cas, la métarégulation règle le passage d'un mode de régulation à un autre. Cette distinction avait été faite par Piaget (1967) dans le domaine biologique :
- « les régulations fonctionnelles portent sur l'exercice des organes »,
 - « les régulations structurales modifient les caractères anatomiques ou histologiques en jeu » (p. 239).
- 37 On pourrait exploiter cette distinction dans le domaine de l'activité en différenciant la régulation qui s'effectue selon un modèle donné de la régulation qui conduit à changer de modèle. Les analyses de l'activité présentent des illustrations de cette distinction. Ainsi, on a souvent décrit sous le nom de changement de mode opératoire le changement qui survient quand des conditions nouvelles invalident le modèle couramment utilisé. Par exemple, Spérando (1984) a noté :

« les résultats que nous avons obtenus, par observations systématiques, simulations et expérimentations, au cours d'une dizaine d'années (donc en s'appuyant sur des données nombreuses et des méthodes différentes) sont fortement convergents et confirment l'hypothèse générale selon laquelle les opérateurs adoptent d'autres stratégies opératoires lorsque le niveau d'exigence de la tâche (ou la contrainte) varie » (p. 98)

- 38 et il en donne un exemple très clair pour le contrôle du trafic aérien.
- 39 On peut voir aussi une illustration de ces deux catégories de régulation dans les études faites dans le cadre du modèle de Rasmussen décrivant trois modèles de contrôle de l'activité : par les automatismes, par les règles, par les connaissances. Le passage d'une modalité à l'autre constitue une forme de passage d'une régulation fonctionnelle à une régulation structurale.

2.4.2 La coordination des activités au sein de l'action

- 40 La théorie de l'activité présentée plus haut montre qu'une même action peut avoir des *buts* et des *motifs* multiples, ce qui a pour conséquence que chacun ne peut être réalisé de manière optimale et qu'un compromis doit nécessairement être élaboré. On considérera deux types de cas : celui de la multiplicité des buts et celui de la multiplicité des motifs, qui correspondent aux régulations centrées sur la tâche et aux régulations centrées sur le sujet.

a. La coordination pour les régulations centrées sur la tâche

- 41 Celles-ci sont caractéristiques des cas pour lesquels le but est ambigu ou évaluable par plusieurs critères non indépendants par rapport à l'action. Le cas le plus classique, largement étudié en psychologie expérimentale, est celui des actions définies par les critères de rapidité et de précision, qui correspond à la consigne « faire vite et bien ». Dans le travail, ces deux critères prennent la forme « quantité-qualité » ou « production-sécurité ». Or, on montre qu'en général la consigne « faire vite et bien » est ambiguë, au sens où ces deux requêtes sont contradictoires : en allant plus vite, on fait davantage d'erreurs, et pour éviter les erreurs, on doit aller plus lentement. Les deux objectifs donnés à la tâche ne peuvent donc être atteints simultanément. Pour que celle-ci soit bien définie, il faut apporter d'autres précisions à la tâche en fixant, notamment, le coût des erreurs. Le modèle dit de détection du signal de Tanner et Swets (présenté sommairement dans Leplat, 1997) a formalisé ce type de tâche et montré qu'à défaut d'instructions explicites, le sujet se donne implicitement ses propres critères, explicitables parfois à partir du modèle. Bisseret (1995) l'a montré pour une tâche de contrôle du trafic aérien. Dans cette tâche, le contrôleur qui gère la situation aérienne d'un certain secteur aérien doit décider à un moment si deux avions sont ou non en situation de conflit. Quatre situations sont possibles : il y a conflit et le contrôleur le détecte ; il y a conflit et il n'est pas détecté ; il n'y a pas de conflit et le contrôleur en détecte un à tort ; enfin, la situation de non-conflit est bien identifiée. Le modèle de détection formalise le processus de régulation en faisant intervenir deux composantes : la *discriminabilité* des situations de conflit et non-conflit et le *critère de décision* choisi par le contrôleur sur l'échelle de discrimination.
- 42 Le problème devient plus difficile lorsque les tâches sont plus complexes, les critères et les règles à respecter plus nombreux. La coordination des buts est alors plus délicate à

concevoir et à analyser. C'est le cas des conflits de règles pour lesquels la recherche de compromis est à la fois difficile à réaliser comme à analyser : un exemple en est donné dans une étude de Gonzalez et coll. (2002) sur l'activité d'agents d'une crèche collective.

b. La coordination pour les régulations centrées sur le sujet

- 43 Pour la théorie de l'activité, on a vu qu'une même action peut avoir plusieurs motifs. Or, dans ce cas, tous les motifs (maintenir sa santé, avoir de bonnes relations de travail, améliorer ses compétences, etc.) ne pourront être simultanément satisfaits de manière optimale : aussi, une solution de compromis devra nécessairement être élaborée. On retrouve ainsi des problèmes similaires à ceux rencontrés pour les buts multiples.

2.4.3 La métaréglulation générale

- 44 La métaréglulation peut s'opérer à partir d'une intervention conjointe sur les conditions externes et sur les conditions internes de l'activité. L'opérateur peut jouer sur ces deux types de conditions, c'est-à-dire modifier la tâche (buts et conditions) ou se modifier lui-même (par exemple, en modifiant sa tolérance aux écarts à ce qu'il souhaite). Lorsque les contraintes extérieures sont fortes, il est poussé à se modifier lui-même, et ceci de deux manières : en modifiant ses caractéristiques de fonctionnement, par exemple ses compétences, par une action de formation ; ou en modifiant ses finalités, en abaissant son niveau d'exigence de santé, de sécurité ou de confort, par exemple en acceptant des horaires de travail particulièrement incommodes. On a pu voir dans un mauvais ajustement de l'exécution de la tâche aux motifs du sujet une source de stress. Van Harrison (1978) a défendu une telle position (on en trouvera quelques détails dans Leplat, 1997, p. 54 sq.) quand il écrit que l'ajustement entre l'agent et la tâche peut être utilisé pour définir la contrainte de travail (« job stress »).

« Un travail engendre la contrainte dans la mesure où il ne fournit pas ce qu'il faut pour satisfaire les attentes de l'individu, et dans la mesure où les habiletés de l'individu sont inférieures¹ aux exigences du travail (...). Dans les deux cas, les besoins et les valeurs de l'individu ne seront pas satisfaits par les apports de l'environnement de travail » (van Harrison, p. 178).

- 45 On conçoit que la régulation puisse s'opérer selon des styles différents dont certains peuvent être pathologiques quand ils conduisent à construire une représentation imaginaire de la tâche et de soi-même. Le même auteur décrit ainsi les deux grands mécanismes de réduction du mauvais ajustement entre la tâche et le sujet. -1) *la maîtrise* (« coping ») qui

« renvoie à des activités de l'individu destinées à changer l'environnement objectif -la tâche prescrite- ou à changer la personne objective » (p. 178).

- 46 Par exemple, l'agent demandera au cadre de diminuer les normes de production ou il cherchera à améliorer sa compétence par une formation. -2) *les défenses* (« defences ») :

« ce sont des processus mentaux qui distordent la perception qu'a la personne de l'environnement objectif, et le self objectif. Les défenses sont des processus mentaux inconscients (par exemple : répression, projection) qui rendent l'ego capable d'utiliser des distorsions pour réaliser des solutions de compromis qui réduisent l'astreinte (« strain ») associée à la situation » (van Harrison, 1978, p. 179).

- 47 Par exemple, l'individu peut modifier sa représentation du travail (« cette erreur n'a pas d'importance ») ou il peut changer son auto-évaluation (s'estimer plus compétent qu'il

l'est en vérité). Ainsi, au lieu de changer la tâche ou l'environnement, les mécanismes de défense changent la représentation qu'en a l'agent, ceci aux dépens du contact avec la réalité et de l'exactitude de l'auto-évaluation : on pourrait parler ici d'autorégulation. Van Harrison (1978) et French et coll. (1984) ont développé et testé ces idées dans les textes cités plus haut. Dans ce processus de défense, on a vu aussi la source ou l'expression de pathologies mentales : Nuttin (1968) a bien caractérisé ce phénomène en décrivant l'« adaptation imaginaire ».

« Ce type spécial d'adaptation constructive semble être surtout un processus par lequel l'homme, qui ne parvient pas à passer, au niveau du comportement réel, du projet à sa réalisation, essaie d'atteindre ses objets-buts à un niveau comportemental moins « coûteux ». (...) C'est ainsi que la névrose peut être une adaptation au niveau de l'imaginaire de celui auquel la réalité psychique et sociale oppose une résistance invincible ou dangereuse. » (p. 227)

3. La modélisation de la régulation dans les études d'orientation ergonomique

- 48 Dans cette dernière partie, seront présentées des utilisations de la notion de régulation et de sa modélisation dans des études de situation de travail conduites dans une perspective ergonomique, c'est-à-dire avec le souci d'en tirer des enseignements pour l'aménagement des situations. On commencera par un peu d'histoire en rappelant des études de Faverge et de ses collaborateurs, études anciennes, mais qui ont gardé tout leur intérêt. On examinera ensuite des études plus récentes portant sur différents types de situations : situation avec cadre temporel important, activités collectives, situation de formation, etc.

3.1 Un peu d'histoire : la contribution de Faverge et de ses collaborateurs

- 49 Le modèle de régulation a été systématiquement discuté et utilisé par Faverge et ses collaborateurs. On trouve trace de ces travaux dans deux textes : Faverge et coll. (1966)² et Faverge (1972). Ces textes anciens qui gardent beaucoup d'intérêt et d'actualité étant souvent peu accessibles, nous y ferons des emprunts un peu détaillés. Ils le méritent aussi car ils présentent à la fois une réflexion sur le modèle de régulation et des exemples de son utilisation dans l'étude des situations de terrain.
- 50 Dans le chapitre qu'il a consacré à l'analyse du travail, Faverge (1972) situe « l'analyse du travail en terme de régulation » parmi trois autres types d'analyse : l'analyse du travail en « termes d'opérations et d'activités gestuelles », en « terme d'information » et en « terme de processus de pensée ». Dans l'analyse en terme de régulation,
- « on décrira l'activité du travailleur dans la mesure où elle est dirigée vers l'atteinte ou le respect d'une norme ou vers le maintien d'un équilibre ; l'analyse est guidée par les objectifs, les intentions, les contrats du travailleur et des diverses cellules du système... » (p. 42).
- 51 À la fin de ce chapitre, Faverge propose différentes formalisations du modèle de régulation. On ne retiendra ici que quelques distinctions et exemples typiques.

3.1.1 La régulation en sommation

- 52 Ce premier type de régulation s'inscrit dans une tâche dont le but assigné à l'opérateur est d'assurer un certain volume de production au terme d'un laps de temps déterminé. Ce type de régulation a été très bien décrit par Faverge (1966, cadre 3) qui en donne de nombreux exemples (Faverge, 1972). Dans ce dernier texte, il cite en exemple un ensemble d'études conduites par Abruzzi (1952) dont nous avons nous-même rendu compte dans un article (Leplat, 1956, reproduit dans Leplat, 2002). Voici le commentaire que nous faisons alors de la partie de ces études concernant la régulation qui ne s'appelait pas encore en sommation.

« L'auteur propose des arguments qui tendent à montrer que, dans les travaux répétitifs et parcellaires analysés, les travailleurs règlent (« regulate ») leur activité et leur production en fonction d'un certain nombre « d'exigences financières, professionnelles et autres qui sont actuellement pour eux d'intérêt primordial ». Cette régulation s'observe entre cycles et à l'intérieur des cycles. Entre cycles : les opérateurs divisent les lots de vêtements qui leur sont fournis en ensembles plus réduits d'un nombre donné d'unités, et on remarque que les dernières unités de ce sous-ensemble sont exécutées à une cadence telle que l'ensemble soit terminé dans un temps à peu près constant. La même constatation était faite pour la journée, l'ouvrier tendant à accélérer son rythme quand la production quotidienne risquait de ne pas être atteinte, la diminuant dans le cas contraire. Au niveau du cycle, on notait aussi que le temps d'exécution d'un élément ayant été prolongé par un petit incident, les autres parties du cycle étaient accomplies beaucoup plus vite » (p. 80).

Cadre 3. La régulation en sommation

Ainsi, l'homme règle sa production de façon à atteindre une norme préalablement convenue au cours d'une certaine durée, par exemple d'un poste ; il s'arrangera pour fournir N pièces pendant les n heures de poste, sans que la régularité du débit au cours du poste soit essentielle. Or, il se trouve qu'en général en début de poste la production soit inférieure à la moyenne ; on a parlé d'une phase d'échauffement ou plutôt de mise en train ; mis à part des facteurs d'attitude au travail, on peut avancer en termes d'explication la nécessité d'activités de préparation, de mise en ordre, d'installation. Pour compenser le retard résultant, le travailleur une fois installé développera une activité de production supérieure à la moyenne de sorte que l'on enregistrera parfois des courbes de production en fonction du temps ayant des aspects figurés sur les graphiques 7a et 7b³ ; les aires hachurées comptées positivement et négativement, comme il est indiqué, ont chaque fois une somme nulle. De telles courbes ont quelquefois été interprétées comme exprimant l'existence de fatigue en fin de poste (7a) ou l'existence de monotonie en cours de poste avec un réveil en fin de poste provoqué par la perception de la prochaine cessation de travail (7b). Notre propos vise à suggérer une autre signification en envisageant qu'elles produisent simplement un mécanisme de régulation visant à atteindre une production totale donnée pendant la durée du poste ; nous parlerons alors de régulation en sommation, entendant par là que l'homme totalise à chaque instant sa production depuis le début pour finalement essayer d'atteindre une certaine somme en fin de travail . »

Faverge, 1966, in Leplat, 1992, p. 72-74.

3.1.2 La régulation par coup d'arrêt

- 53 Dans toute régulation, la variable réglée peut se déplacer dans un espace de tolérance autour de la zone cible. On parle aussi de « marge de manœuvre » pour désigner cet espace (De la Garza et Weill-Fassina, 2000). On observe souvent que les opérateurs ont tendance à profiter de cette tolérance pour prendre quelque liberté avec le but de la tâche. Cette liberté peut entraîner à un moment une sortie des limites de tolérance susceptible de produire des conséquences néfastes pour la production ou de conduire à des sanctions. Les opérateurs corrigent alors leur activité et reviennent plus près de la zone-cible, jusqu'à ce que survienne une nouvelle dérive, etc. Voici le commentaire de Faverge (1966, p. 43, dans Leplat, 1972, p. 69-70) qui parle

« d'une inclinaison ou d'une accoutumance à provoquer une variation de la grandeur réglée dans une certaine direction. Un signal d'arrêt limite alors cette variation et en même temps informe sur la valeur de la grandeur réglée ; il est alors naturel et possible de ramener cette valeur à un niveau convenable de sorte que les variations dans le temps de la grandeur réglée se font en dents de scie ».

Ce phénomène évoque ce que Rasmussen (1994) nommera plus tard la

« migration vers la frontière »

et qu'il définit comme

« l'existence d'une migration naturelle des activités vers la frontière de la performance acceptable » (p. 189).

- 54 Une opérationnalisation de ces notions a été proposée dans le domaine de la sécurité par Fadier et coll. (2003).

3.1.3 La régulation entre les différents types d'activité d'un opérateur

- 55 La tâche générale d'un opérateur est faite de sous-tâches multiples plus ou moins indépendantes que cet opérateur doit gérer, c'est-à-dire dont il doit planifier l'organisation selon l'importance que revêt chacune d'entre elles à un moment donné, et selon les objectifs à atteindre. Faverge (op. cités) a souligné l'importance de cette forme de régulation et en a donné un exemple plus particulièrement détaillé avec l'étude de la régulation entre les activités de production et celles de prévention. Il présente ainsi sa démarche sur ce point :

« dans un système industriel, chaque homme a une double tâche ; il doit assurer une production réglée (...), constante dans un certain laps de temps, alimentant le processus de fabrication de façon qu'il respecte son programme ; il doit aussi veiller à ce que ce processus ne soit pas arrêté ou anormalement ralenti par des incidents, pannes ou dysfonctionnements, c'est-à-dire avoir une activité de prévention des perturbations possibles. La plupart du temps, cette préoccupation est présente à chaque moment et dans chaque geste du travailleur ; toute action de travail sera le résultat d'une nouvelle régulation effectuée par l'homme pour assurer un équilibre dans la poursuite conjointe de ces deux objectifs » (Faverge, 1972, p. 45-46).

3.1.4 La régulation aux différents niveaux d'analyse de l'entreprise

- 56 Un intérêt des textes de Faverge dans les deux références citées est de souligner les différentes formes de régulation qui existent dans une entreprise, et d'avoir donné des exemples de leur intérêt.

« Au-delà de l'analyse de l'activité d'opérateurs ayant un rôle de régulation du processus, on peut détecter dans un système industriel un ensemble de mécanismes de régulation mis en jeu de façon formelle ou informelle équilibrant les actions des

cellules, assurant au système sa stabilité et sa permanence. (...) Ces régulations ne sont pas à charge de membres particuliers, ne font pas partie du travail assigné à des hommes »,
 mais elles éclairent bien souvent
 « l'analyse du travail menée au niveau d'un poste particulier » (1972, p. 51).

- 57 L'existence d'un tel système de régulations montre bien que l'analyse d'un système particulier doit être située par rapport à ceux qui forment son contenu, comme par rapport à ceux qui constituent son contexte. Ces idées ont été reprises et développées par de la Garza et Weill-Fassina (2000) dans une étude des régulations horizontales et verticales du risque.

3.2 Les cadres temporels de la régulation

- 58 Entre le moment où les informations sur l'état du dispositif contrôlé parviennent à l'opérateur et le moment où l'action de correction de ce dernier produit son effet, il s'écoule un temps plus ou moins long qui dépend du temps requis par les actions que cet opérateur a en charge et des caractéristiques des éléments matériels du dispositif de contrôle. En se reportant au système de régulation élémentaire schématisé sur la figure 2, on peut identifier des sources de délai de quatre grands types :
- le délai de diagnostic relatif au temps nécessité par la fonction de comparaison ;
 - le délai d'élaboration de la solution en réponse à ce diagnostic et relatif à la fonction de régulateur ;
 - le délai de réaction du dispositif : c'est le temps qui s'écoule entre le moment du déclenchement de l'action sur le dispositif contrôlé et la production du résultat qui sera ensuite introduit dans la boucle ;
 - le délai de transmission de l'information de feedback : c'est le temps qui sépare la production du résultat et la connaissance de ce dernier par l'opérateur.
- 59 Les études sur le contrôle des processus dynamiques se sont intéressées au rôle de ces délais et on en trouve un commentaire détaillé dans Hoc (1996). On se limitera au rappel d'éléments essentiels concernant cette question, notamment à des éléments historiques.
- 60 Dans les années 50-70, la psychologie expérimentale classique a consacré de nombreuses recherches au principe de connaissance des résultats (Leplat, 1970,2002) et ces recherches ont souvent fait référence au modèle de régulation. Ces recherches étaient le plus souvent conduites sur des tâches très simples consistant à produire manuellement un certain résultat (par exemple, tirer un trait d'une longueur donnée). Le délai particulièrement étudié parce que caractéristique de ce type de tâches était le délai entre la production de la réponse et le moment où la connaissance du résultat était donnée au sujet (délai 4, ci-dessus). Ce qui était critique dans ce délai était l'activité susceptible de s'y produire. Si cette activité avait quelque parenté avec l'activité étudiée, alors, le délai avait un effet négatif sur le résultat de l'activité étudiée.
- 61 Une belle expérience de cette période, qui garde une valeur paradigmatique, a été conçue par Crossman et Cooke (1974)⁴ sous le thème du « contrôle manuel des systèmes à réponse lente ». Cette expérience avait été suggérée par des situations industrielles : par exemple, l'opérateur d'une papeterie avait à régler une machine pour produire un papier d'une certaine épaisseur. Les difficultés de réglage entraînaient une perte de produit et allongeaient les temps de production. L'analyse avait révélé qu'elles étaient dues à des problèmes temporels. La variation de l'épaisseur du papier à un changement de réglage

avait une constante de temps d'environ 3 minutes et le temps nécessaire pour recevoir l'information sur l'épaisseur du papier achevé était d'environ 2 minutes. Les auteurs soulignaient que des situations de ce genre, avec des constantes de temps parfois beaucoup plus grandes, étaient fréquentes dans les industries chimiques et métallurgiques.

- 62 Le délai étudié dans l'expérience des deux auteurs est la somme des délais 3 et 4 définis précédemment : le temps de réponse du système et le temps de transmission du résultat (final) au sujet. Il s'agit, pour ce dernier, de chauffer à une certaine température le liquide d'un récipient à l'aide d'un appareil de chauffage réglé électriquement. Un thermomètre plongé dans le liquide permet d'en évaluer la température. Les auteurs utilisent deux conditions expérimentales : une condition témoin, avec un thermomètre tubulaire normal, et une condition allongeant la durée du feedback, dans laquelle le thermomètre à disposition du sujet est entouré d'un isolant (partiel) qui fait que la température réelle du liquide est transmise avec retard. Au cours de l'expérience, on enregistre, sur le même graphique, les variations de température et les mouvements de la commande électrique de chaleur. Pour ce qui nous intéresse plus directement ici, on constate que la communication différée (elle l'est aussi un peu avec le thermomètre ordinaire) de la température introduit une difficulté dans le contrôle assez vite maîtrisée dans la condition témoin, mais qui s'avère beaucoup plus malaisée à maîtriser quand la communication des résultats est davantage différée, si l'on en juge par le nombre d'essais nécessaires pour parvenir à stabiliser de manière acceptable la température au niveau visé. Les auteurs ont tiré quelques leçons de cette recherche pour améliorer le contrôle du processus qui en avait suggéré l'idée. Ils notent, par exemple, que la formation à ce type de contrôle devrait insister sur les caractéristiques de la boucle de contrôle et la manière de les utiliser pour obtenir des résultats satisfaisants.
- 63 Des études expérimentales ont été poursuivies plus tard dans la perspective des recherches sur le contrôle des processus dynamiques. Elles ont été réalisées à partir de la simulation de ces processus avec la technique des micro-mondes. Brehmer est l'un de ceux qui ont beaucoup travaillé dans ce cadre. Une de ses premières expériences s'intéresse très directement au délai de feedback (Brehmer and Allard, 1991). Avec un micro-monde visant la simulation d'une tâche de lutte contre un feu de forêt, dans laquelle le sujet doit décider des actions à entreprendre pour lutter contre la progression du feu, il étudie le rôle joué par le retard avec lequel parviennent les informations sur la progression de ce feu. Il apparaît que ce retard a des effets négatifs sur l'apprentissage de la tâche. Les auteurs avancent l'hypothèse que ces effets sont dus à
« l'inaptitude des sujets à construire une stratégie adéquate pour compenser ces délais » (p. 332).
- 64 Les sujets réagiraient à l'information quand elle arrive sans prendre en compte le délai.
- 65 Hoc (1996) a apporté une contribution importante à l'étude de ces facteurs temporels dans le contrôle des processus en situation dynamique, à partir de ses travaux sur le contrôle des hauts fourneaux, cas où les délais de réponse sont particulièrement longs. Il s'est intéressé plus spécialement à l'exploitation que l'opérateur pouvait faire de ces délais quand il n'était pas possible d'agir sur eux. Il fait une distinction utile entre délai blanc et délai « habité » selon la manière dont le délai est exploité ou exploitable. Cette possibilité d'exploitation dépend à la fois du contenu de ces délais par rapport au fonctionnement du processus contrôlé et à la compétence de l'opérateur par rapport à l'utilisation qu'il peut faire de leur contenu.

« Pour les débutants (...), le manque de connaissances (notamment sur les constantes de temps du processus) ne permet pas d'anticiper et l'effet négatif du délai de réponse paraît essentiellement explicable par le caractère différé de la rétroaction. Pour les experts ou les débutants peut-être mieux formés, les connaissances acquises permettent d'anticiper et de tenir compte des rétroactions intermédiaires qui sont produites au cours du délai de réponse. C'est alors que l'effet du délai de réponse peut ne pas être négatif » (p. 60).

3.3 La régulation des activités collectives

- 66 On peut transposer à l'activité collective le modèle proposé pour l'activité individuelle (Leplat, 1997). On est alors amené à considérer que l'activité collective résulte du couplage entre le groupe de travail et la tâche traitée par le groupe. On retrouve les deux boucles de régulation, mais cette fois, l'une concerne les résultats de l'activité en rapport avec le but prescrit ou redéfini par le groupe (évaluation externe), l'autre concerne les conséquences de l'activité pour le groupe (évaluation interne). Les concepts figurant dans ces différentes cases auront à être opérationnalisés.

3.3.1 La régulation des activités collectives est envisageable sous deux angles

- 67 On peut considérer pour chaque individu du groupe que les conditions collectives de son activité sont une partie des conditions externes de son activité individuelle. Les conditions externes seront donc relatives à la fois à celles issues de l'objet traité et à celles issues de la présence et de l'activité des autres membres (Leplat, 2000). On cherchera alors comment s'articulent ces différentes régulations puisque l'activité de l'individu dépend à la fois des caractéristiques de l'objet à traiter, plus généralement des conditions techniques, et des actions des autres membres du groupe avec lesquels une coordination est nécessaire.
- 68 On peut aussi considérer le groupe comme un système (« self-active system », von Cranach et coll., 1986), une sorte d'opérateur virtuel dont l'activité globale fait l'objet de l'étude. Cette activité dépend des caractéristiques du groupe, de celles de la tâche à accomplir et du couplage entre les deux. La composition et la structure du groupe peuvent être, en effet, plus ou moins compatibles avec les exigences de la tâche. C'est ainsi qu'a été mis en évidence le rôle des rapports entre la structure du groupe et celle de la tâche.
- 69 Quand on considère l'activité collective en référence au système constitué par le groupe (opérateur virtuel ou « self-active system »), des problèmes spécifiques sont rencontrés pour les deux types de boucles. L'analyse de la boucle externe pose une série de questions concernant la définition du but (ou des buts) par le groupe, son (ou leur) éventuelle redéfinition, l'homogénéité de la connaissance du but par les membres du groupe, etc. On aura à examiner aussi comment est réalisée la fonction de comparaison, le diagnostic, comment sont conçues et réalisées les actions de correction. Il faudra déterminer comment sont identifiés et traités les éventuels conflits entre membres du groupe au cours de l'exécution de ces fonctions, et enfin, comment sont coordonnés par le groupe les différents types de boucles.
- 70 L'analyse de la boucle interne amènera à examiner comment sont élaborés et discutés les finalités et motifs du groupe. Par exemple, on cherchera par rapport à quels principes sont élaborés les compromis. En ce qui concerne la charge de travail, on peut citer un

mécanisme de régulation typique qui vise à l'égale répartition de la charge de travail chez les différents membres de l'équipe. Ainsi, dans un travail industriel, Mariné et Navaro (1980) ont montré comment cette régulation collective de la charge se réalisait à partir de la représentation qu'avait chaque opérateur de la charge de travail des autres, les opérateurs s'efforçant d'équilibrer leurs charges respectives. Quand ils s'aperçoivent que la charge de l'un d'eux est trop grande, ils introduisent momentanément une modification dans la répartition des tâches afin de rétablir un équilibre dans les charges individuelles à l'intérieur de l'équipe. Cette régulation implique que cette équipe dispose d'un certain degré d'autonomie.

- 71 L'intérêt de la possibilité laissée au groupe de s'autoréguler a été souvent souligné. Dans ce cas, le groupe peut non seulement se définir ses buts, mais encore les moyens de les réaliser, soit la répartition des tâches entre ses membres et la manière de traiter ces dernières. On a montré que cette autorégulation était un facteur de flexibilité permettant au groupe de s'adapter aux conditions changeantes et imprévues, de faire face éventuellement à des problèmes de sécurité en cas d'urgence (Rochlin et coll., 1987 ; Bourdon et Weill-Fassina, 1993 ; de la Garza, 1998) et de favoriser les innovations techniques et organisationnelles (Vicente, 1999). Une condition du bon fonctionnement de ces groupes autorégulés réside dans leur possibilité de disposer d'un bon feedback, c'est-à-dire la possibilité pour chaque membre d'être informé de sa propre activité et de ses résultats comme de ceux des autres membres du groupe et du groupe dans son ensemble (Leplat, 1997, p. 208).

3.4 L'autorégulation dans les systèmes hommes-machines complexes

- 72 Lorsque les systèmes techniques se complexifient tout en devenant plus adaptatifs et, encore plus quand ils sont gérés par plusieurs opérateurs, le modèle de régulation devient lui aussi plus complexe que celui qui a été décrit au début de ce texte. Une image de cette situation est celle de l'interaction de deux conducteurs sur la route. La réponse de l'un dépend des réponses actuelles de l'autre et de celles qu'il est supposé faire ensuite. Lorsque l'interaction se fait avec un système technique adaptatif, on parle aussi d'autorégulation. Ainsi, Tijus et coll. (2003) ont défini une

« situation autorégulatrice d'interaction Utilisateur-Dispositif (Autorégulation Human-Machine Interaction) »

comme celle dans laquelle

« le dispositif (D) s'adapte au comportement de l'utilisateur et l'utilisateur (U) au comportement du dispositif (...). Cette situation forme un système (S) dans lequel les parties (U et D) agissent les unes sur les autres pour produire un résultat (la régulation) » (p. 26).

- 73 Ils notent que l'utilisateur élabore une représentation du dispositif et qu'inversement le dispositif conçu par le constructeur est fondé sur une représentation implicite de l'utilisateur. Pour que la situation d'autorégulation fonctionne correctement, il faut que ces deux représentations correspondent aux propriétés des entités représentées, l'homme et le dispositif technique.
- 74 Tijus et autres (2003) donnent comme exemple de telles situations les systèmes d'assistance intelligents existant, en particulier, dans les ordinateurs : ils commentent dans cette perspective le correcteur orthographique du traitement de texte. Pour leur part, ils ont étudié en détail le fonctionnement et l'utilisation des panneaux routiers à

messages variables (PMV) en termes de « situation autoréglatrice d'Interaction Homme-Système ». Nous leur laissons décrire cette situation dynamique complexe qui met en jeu un ensemble d'utilisateurs et un dispositif technique sophistiqué.

« Lorsque le trafic devient moins dense, la durée de parcours diminue, ce qui incite alors le conducteur à s'engager ou à maintenir son itinéraire sur la voie balisée par les PMV. Il s'ensuit que le trafic augmente, que les durées de parcours augmentent, ce qui incite alors les usagers à se délester. Le trafic devient alors moins dense, et ainsi de suite. En traitant le nombre de véhicules et leur vitesse, le Dispositif (D) tient ainsi compte de l'état du Système (S) dans lequel se trouve l'utilisateur (U) considéré comme un des agents multiples qui forment le trafic, et en informe par un Message (M). L'utilisateur (U) tient compte à son tour de l'état du Système (S) en s'engageant dans le trafic ou en s'en retirant. Le Dispositif (D) réagit à son tour en tenant compte du nouvel état créé par le comportement de chaque utilisateur. Une bonne régulation de ce système S composé du Dispositif (D) et des Utilisateurs (U) présuppose toutefois la représentation adéquate de chacun au sujet de l'autre, de l'usager par le dispositif, et du dispositif par l'usager » (p. 27).

- 75 Ceci pose notamment le problème de la connaissance du trafic que l'utilisateur infère des indications du panneau, d'une part, et de la relation de cette connaissance avec la décision que prend effectivement cet utilisateur, d'autre part, c'est-à-dire du modèle qu'à l'utilisateur qui a conçu le dispositif des critères de décision de l'utilisateur et du modèle qu'a l'utilisateur du dispositif. Les auteurs ont utilisé ce modèle pour l'étude du fonctionnement d'un tel système sur le terrain à l'issue de laquelle ils ont dégagé un certain nombre de recommandations pour son amélioration.

3.5 La régulation : un point de vue en sociologie du travail

- 76 On n'envisagera pas la régulation dans la sociologie en général, mais, plus modestement, on essaiera d'en relever le rôle dans les démarches de deux chercheurs de cette discipline, Reynaud et de Terssac, qui lui ont accordé une large place et dont les travaux s'articulent bien avec ceux de la psychologie ergonomique. Dans la conclusion du chapitre introductif de son dernier ouvrage - un recueil de ses textes - de Terssac (2002) cite les analyses de Reynaud qui parlent de « volonté de régulation des acteurs » en situation de travail et il les prolonge en posant la question : « le travail, un travail de régulation ? » (p. 18). Et c'est autour d'une réponse argumentée à cette question que sa démarche est orientée, la démarche passée comme celle dans laquelle il se propose d'inscrire ses recherches futures.
- 77 On placera cette conception sociologique de la régulation dans le prolongement de l'analyse présentée plus haut des rapports entre règle et régulation. Dans les travaux des deux auteurs précédents, la notion de règle est centrale. Reynaud (1989) intitule son ouvrage majeur « Les règles du jeu. L'action collective et la régulation sociale ». Pour lui, « les règles qui sont la base de tout système social (...) comportent bien une contrainte extérieure aux décisions individuelles et qui pèsent sur elles » (p. 29). Il précise plus loin quelques propriétés essentielles de ces règles :
- « elles ne sont pas données une fois pour toutes et elles ne sont pas immuables. Elles ne sont pas transcendantales à l'activité humaine, elles en sont au contraire le produit » (p. 33).
- 78 On trouvera dans la suite de ce livre une réflexion sur la genèse de ces règles. La conception de ces dernières proposées par de Terssac se développe dans la même

perspective (cadre 4). On y retrouve, notamment, les notions de but et de contrainte ; les règles représentent

« l'ensemble des dispositions fixant le travail à faire » (1992, p. 38).

Cadre 4. Règles et régulation

La notion de règle peut être entendue, en un premier sens, comme l'ensemble des dispositions fixant le travail à faire, les compétences pour le réaliser, les moyens et méthodes à utiliser (...), il s'agit de règles généralement élaborées par l'encadrement et imposées au groupe d'exécution. (...) La notion de règle peut désigner l'ensemble des manières d'agir et les décisions allant dans le même sens, que le groupe d'exécution développe ; (...) Il s'agit de règles d'exécution élaborées par et pour le groupe d'exécution. (...) Enfin, la relation entre les règles imposées et les règles d'exécution peut être plus ou moins conflictuelle : cela dépend des possibilités de régulation allouées aux différents acteurs en présence. (...) L'analyse des espaces de régulation tels qu'ils sont définis en conception constitue le troisième axe de nos recherches (...) ayant pour objet la possibilité de création de règles congruentes. D'après de Terssac, 1992, p. 38-39.

- 79 Nous n'avons pas rencontré chez ces auteurs de définitions très explicites de la régulation, en particulier des définitions qui fassent apparaître clairement ses rapports avec les règles : on découvre la signification qu'ils donnent à celles-ci à travers leur emploi. Ainsi, Reynaud (1989) déclare que
- « les règles ne sont guère séparables de l'activité qui les crée et les maintient, c'est-à-dire de l'activité de régulation » (p. 37).
- « Il faut plutôt analyser la manière dont se créent, se transforment ou se suppriment les règles, c'est-à-dire le processus de régulation » (p. 31).
- 80 L'activité de régulation est donc ici celle qui concourt à la création et au fonctionnement de la règle. Dans le travail, Reynaud (1995) distingue plusieurs types de régulation : une *régulation de contrôle* qui est définie par l'entreprise et une *régulation autonome* définie par l'opérateur ou le groupe d'opérateurs. Alors, « il n'est pas abusif d'arriver à cette conclusion : le travail réel est un compromis entre les deux régulations » (p. 108). On retrouve chez de Terssac les mêmes idées, mais développées et opérationnalisées avec quelques variantes. Le même accent est mis sur la régulation comme création de règles (1992, p. 38) et sur la distinction de deux types de règles dites ici formelles (définies par l'encadrement) et non écrites (définies par le groupe d'exécution). Pour les deux auteurs, s'y ajoute un troisième type issu de la combinaison des précédents et dit « règles effectives ». Ces dernières sont le fruit d'un « compromis qui n'est pas la moyenne entre des opinions ou des positions, ou un point intermédiaire, c'est une régulation, c'est-à-dire des règles générales, acceptables de part et d'autre, et constituant un ensemble raisonnablement cohérent » (Reynaud, 1979/1995, p. 55). Cette régulation sera appelée « *régulation conjointe* » (id., p. 53). L'analyse du mécanisme de cette régulation fait intervenir la notion d'« espaces pertinents de la régulation » (de Terssac, 1992, p. 220) sur lesquels les exécutants doivent se mettre d'accord.
- 81 De Terssac et Lompré (1995/2002) proposent de distinguer deux logiques dans la définition des règles, se référant à des modes de confrontation spécifiques : la *régulation froide*

« qui renvoie à une certaine institutionnalisation des règles qui sont des accords généraux, un cadre pour l'action formé de métarègles, et la *régulation chaude* qui renvoie à une confrontation permanente à propos de la définition de règles d'organisation pertinentes pour la réalisation d'un travail donné » (p. 249).

Ils notent aussi que

« par l'action collective reposant sur des négociations à propos d'un système de règles, se crée un acteur collectif qui donne une légitimité à la règle qui résulte d'un processus de négociation » (p. 245).

- 82 Ils mentionnent aussi l'existence de « régulations locales » et de « régulations plus générales ». Tous ces types de régulation évoquent souvent la métarégulation puisqu'ils visent à la régulation de plusieurs activités de régulation.
- 83 Cette investigation dans un secteur de la sociologie du travail montre à la fois la place importante qu'y tient la notion de régulation en même temps que l'absence d'une définition précise de cette notion. C'est la notion de règle qui reste centrale et la régulation est invoquée pour caractériser le fonctionnement de ces règles, la manière dont elles sont créées, transformées, articulées, sans que soit fait référence aux propriétés d'un modèle de régulation formellement défini, ce qui, à notre avis, aurait permis d'approfondir l'analyse.

3.6 La régulation dans les actions de formation

- 84 La notion de régulation est largement présente dans le domaine de la formation, et ce, sous différentes formes : on en relèvera ici quelques traits particulièrement marquants avec les notions de feedback et celle d'apprentissage autorégulé.
- 85 La notion de feedback est très directement liée à celle de *connaissance des résultats* dont le rôle est essentiel en formation. On rappelle souvent sur ce point la déclaration de Bartlett, à savoir que « ce n'est pas la pratique qui apprend, mais la pratique dont les résultats sont connus ». Cette propriété de la connaissance des résultats suggère la parenté de celle-ci avec la notion de feedback et la fonction de comparateur. Dans un système de régulation, on a vu que le fonctionnement était régi par les écarts du comportement effectif au comportement assigné. Le comportement de l'opérateur est souvent évalué par son résultat conçu en termes d'adéquation au but. Les données brutes issues de l'action prennent leur signification en référence à ce but. Si l'on s'intéresse à l'activité, les exigences de l'analyse seront plus grandes. Il faudra considérer la manière dont le sujet se définit son propre but : le résultat pour le sujet sera fondé sur l'écart entre le but qu'il visait (*but redéfini* ou but propre) et ce qu'il a réellement obtenu. En ne considérant que ce premier aspect, on comprend que deux problèmes importants pour la formation seront liés à la connaissance du but et à l'évaluation des écarts à ce but. Ces écarts ne joueront pleinement leur rôle dans la formation que dans la mesure où ils pourront être interprétés en fonction de l'activité, c'est-à-dire rapportés à telle ou telle caractéristique de celle-ci. Sans cette interprétation, l'écart perd son intérêt et n'a plus qu'une valeur négative (Annett, 1991). Le modèle de régulation avec la fonction de régulateur amène justement à analyser le mécanisme de ce passage de l'erreur - écart entre le but visé et le résultat - à l'élaboration de l'activité correcte. Cette fonction de régulation est à la base d'enseignements programmés et automatisés qui utilisent l'erreur pour diagnostiquer une dérive de l'activité et donner à l'apprenant les connaissances qui lui font défaut. On a vu aussi plus haut que différentes boucles de feedback pouvaient être mises en œuvre dans le contrôle d'un système. La formation consistera souvent à faire

connaître les propriétés de ces différentes boucles, leurs avantages et inconvénients relatifs, ainsi qu'à enseigner leur maîtrise dans les conditions pertinentes à leur usage.

- 86 À côté de ces feedback relatifs à la situation ordinaire du travail, on utilise parfois en formation, à titre temporaire, un feedback ajouté (« augmented feedback »). Il consiste, durant la formation, à fournir un feedback

« sous forme de repères ou d'information supplémentaire qui n'accompagnent pas normalement la tâche à exécuter » (Schendel and Hagman, 1991, p. 68).

- 87 Par exemple, dans une tâche consistant à exercer une certaine pression (sur une pédale, par exemple), on pourra placer un indicateur marquant la pression exercée (indicateur absent dans les conditions normales du travail considéré) et entraîner le sujet à exercer les pressions adéquates. Ce feedback augmenté améliore bien la performance, mais cette amélioration s'atténuera au retrait, notamment si celui-ci est brutal après une longue présence.

- 88 Si la connaissance des résultats joue un rôle important dans la formation, si elle peut permettre, dans une certaine mesure, de piloter cette formation, elle ne dit rien sur les mécanismes explicatifs de son action. On en trouve un témoignage très direct dans le livre de Zimmerman et Schunk (2001) dont les chapitres exposent différents cadres théoriques dans lesquels sont abordables les processus d'acquisition qui seront examinés maintenant.

- 89 Ces dernières années, la notion de régulation est apparue dans une autre perspective liée à la notion de métaconnaissance, avec les méthodes d'apprentissage dit *autorégulé* (« self-regulated learning »). Ces méthodes ont surtout été développées dans le domaine scolaire et une vue d'ensemble en a été donnée par Zimmerman et Schunk (2001). Elles s'intéressent à la question de savoir

« comment les étudiants deviennent maîtres de leurs propres processus d'apprentissage » (p. 1).

- 90 Des nombreuses définitions qui ont été données de cette forme d'apprentissage, on retiendra quelques traits le plus souvent présents. L'apprentissage autorégulé est celui dans lequel le sujet est orienté non seulement vers la tâche à accomplir, mais aussi vers la manière dont il l'accomplit. Il cherche à se perfectionner lui-même en même temps qu'à réussir sa tâche du moment. Dans ce type d'apprentissage, l'apprenant devient (ou est censé devenir) le gestionnaire de son apprentissage et de sa compétence. Il s'agit de transformer l'attitude le plus souvent réactive des apprenants en attitude proactive.

« Les théories de l'apprentissage autorégulé supposent que les étudiants a) peuvent améliorer personnellement leur aptitude à apprendre par un usage sélectif de stratégies métacognitives et motivationnelles ; b) peuvent pro-activement choisir, structurer et même créer des environnements d'apprentissage favorables ; et c) peuvent jouer un rôle significatif dans le choix de la forme et de la quantité d'instructions dont ils ont besoin » (id., p. 5).

- 91 On peut noter une certaine parenté entre cette perspective d'apprentissage autorégulé et celle que Falzon et Teiger (1999) appellent « *activité réflexive* » dont ils examinent le rôle dans la construction des savoirs dans le domaine du travail. Cette activité réflexive vise à expliciter et élaborer les savoirs acquis par l'exercice d'une activité pour pouvoir les utiliser dans l'exécution d'autres tâches. Cette possibilité est liée au fait que les compétences acquises dans la pratique d'une tâche débordent toujours les compétences strictement nécessaires à l'exécution de cette tâche. On n'apprend pas seulement à bien faire la tâche apprise, mais aussi à en faire ou apprendre mieux d'autres qui n'ont jamais

été pratiquées. L'activité fonctionnelle peut se doubler plus ou moins consciemment d'une activité métafonctionnelle (Falzon, 1994). La régulation porte alors non seulement sur le résultat, mais sur la procédure qui permet de l'obtenir. La connaissance de cette procédure facilite une meilleure gestion de certaines tâches nouvelles.

- 92 La notion d'autorégulation a été aussi beaucoup mise en valeur dans les théories de l'activité développées par la psychologie russe (Bedny et Miller, 1997). Les mécanismes d'autorégulation trouvent aussi leur source dans les métaconnaissances acquises par l'individu, notamment en ce qui concerne ses propres compétences. Sachant les limites de ces dernières, l'opérateur règle la planification de ses activités en fonction de cette métaconnaissance. Valot (2001) a souvent souligné et illustré le rôle important joué par ces métaconnaissances dans la régulation de l'activité.

4. Conclusion

- 93 Cet aperçu aura permis de constater que la notion de régulation tient une place importante dans les études de situations de travail : s'il en est ainsi, c'est qu'elle met l'accent sur des traits essentiels de telles situations. Cette notion et les modélisations qui en ont été faites mettent en évidence l'importance de la notion de but dans l'activité : élaboration et fixation du but, identification et coordination des différents buts, évaluation des résultats de l'action par rapport au but. Il souligne aussi le rôle majeur du traitement de ces écarts au but pour la définition de l'action destinée à les éliminer. Ce modèle constitue une grille très utile pour l'analyste dans la mesure où il l'amène à poser des questions essentielles pour l'étude de l'activité. Nous avons montré ailleurs l'intérêt de ce modèle pour l'analyse des erreurs (Leplat, 1985) et nous n'y sommes pas revenus ici.
- 94 À partir des exemples donnés dans la dernière partie et relatifs à différents types de situation, on aura pu apercevoir la diversité des champs dans lesquels la modélisation du processus de régulation peut apporter une contribution utile aux études. Répétons que ce texte ne donne qu'un aperçu des travaux concernant les thèmes abordés : la bibliographie serait longue si elle devait être exhaustive ! Nous voulions essentiellement montrer que cette notion de régulation pouvait constituer un des bons guides pour l'analyse de l'activité.
- 95 On mentionnera maintenant quelques limites de ce modèle. L'une d'elles l'a déjà été : elle tient au fait que ce modèle ne nous dit rien sur la manière dont sont réalisées les fonctions qu'il fait intervenir, par exemple, sur les mécanismes de comparaison, sur la manière dont est élaborée l'action sur le dispositif contrôlé à partir de l'écart. Le modèle décrit un mode de fonctionnement sans expliciter les moyens et mécanismes qu'il suppose.
- 96 Un autre type de limitation est lié à la complexité des situations à modéliser. Le modèle de base qui a servi à dégager les traits essentiels de la régulation devient inadéquat quand la situation de référence présente certaines propriétés. Ainsi, on a vu plus haut que lorsque les délais de feedback sont trop élevés, la régulation devient beaucoup plus difficile. C'est le cas aussi quand le résultat du fonctionnement du système ne dépend pas seulement de l'action de l'opérateur, mais aussi de conditions dont il n'a pas le contrôle direct. C'est notamment le cas des systèmes de contrôle des processus dynamiques pour lesquels l'action de correction ne peut être fondée uniquement sur le résultat. L'étude des accidents a révélé de tels phénomènes. Perrow (1984) a montré que les systèmes dans

lesquels les éléments étaient étroitement couplés (« tight coupling ») et comportaient de multiples sous-systèmes en interaction devenaient extrêmement difficiles à contrôler et rendaient la prévention des accidents de plus en plus difficile : d'où l'expression d'« accidents normaux » proposée par l'auteur.

- 97 Pour ces situations complexes engendrées par les processus dynamiques, la modélisation en terme de boucle de régulation se complique de plusieurs façons. Par exemple, il faut introduire plusieurs boucles de régulation qui fonctionnent non plus séquentiellement, mais en parallèle, avec des coordinations plus ou moins difficiles. Ces boucles pourront porter sur des durées plus ou moins longues, avec une hiérarchie de priorités. Les buts correspondant à chaque boucle pourront évoluer au cours du contrôle, surtout quand il existe une hiérarchie entre ces systèmes et que la sortie de l'un conditionne l'entrée de l'autre. Hoc (1996) a présenté une bonne analyse de ces questions dans le cas du diagnostic pour les processus dynamiques. Il note qu'
- « une conception élargie du diagnostic conduit rapidement à considérer cette activité, non pas comme réactive à une situation anormale, mais comme une activité de régulation permanente, visant à analyser les faits et à en spécifier d'autres pour assurer (ou maintenir) la cohérence dans la représentation occurrente de l'évolution en cours de la situation » (p. 128).
- 98 S'il y a encore régulation, elle échappe au modèle simple qui a servi de base à notre présentation. Dans tous les cas, le problème fondamental pour l'usage du modèle de régulation est toujours de déterminer les contours du système régulé, ou des systèmes régulés quand il en existe plusieurs. Ceux-ci peuvent évoluer à la fois en fonction des compétences des opérateurs et des variations de la situation contrôlée.
- 99 S'il est important d'être bien averti des limites du modèle élémentaire de régulation, il reste que les fonctions qu'il formalise sont toujours importantes à prendre en compte dans une analyse de l'activité et qu'elles peuvent guider l'élaboration de modèles plus pertinents.

BIBLIOGRAPHIE

- Abruzzi, A. (1952). *Work measurement. New principles and procedures*. New York: Columbia University Press.
- Annett, J. (1991). Skill acquisition. In J.E. Morrison (Ed.), *Principles of applied human learning* (p. 13-52). Chichester, Wiley.
- Ashby, W.R. (1958). *Introduction à la cybernétique*. Paris, Dunod.
- Bedny, G., Meister, D. (1997). *The Russian theory of activity: current applications to design and learning*. Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum Ass.
- Bisseret, A. (1995). *Représentation et décision experte*. Toulouse, Octarès.
- Bourdon, F., Weill-Fassina, A. (1993). Réseau et processus de coopération dans la gestion du trafic ferroviaire. *Le Travail Humain*, 57, 271-287.

- Brehmer, B., Allard, R. (1991). Dynamic decision making: the effects of task complexity and feedback delay. In J. Rasmussen, B. Brehmer, J. Leplat (Eds), *Distributed decision making* (p. 319-334). Chichester: J. Wiley.
- Crossman, E.R.F.W., Cooke, J.E. (1974). Manual control in slow-response systems. In E. Edwards, F.P. Lees (Eds.), *The human operator un process control* (p. 51-67). London : Taylor & Francis.
- Dejours, C. (1995). *Le facteur humain*. Paris, PUF.
- De la Garza, C. (1998). Le travail collectif en tant qu'activité de régulation. *Performances humaines et techniques*, 96, 20-29.
- De la Garza, C., Weill-Fassina, A. (2000). Régulations horizontales et verticales du risque. In A. Weill-Fassina, T.H. Benchekroun (Eds), *Approches ergonomiques du travail collectif dans les systèmes socio-techniques* (p. 271-234), Toulouse, Octares.
- Fadier, E., De la Garza, C., Didelo, A. (2003). Safe design and human activity: construction of a theoretical framework from an analysis of a printing sector. *Safety Science*, 41, 9, 759-789.
- Falzon, P. (1994). Les activités métafonctionnelles et leur assistance. *Le Travail Humain*, 57, 1-24.
- Falzon, P., Teiger, C. (1999). Ergonomie et formation. In P. Carré, P. Caspar (Éds), *Traité des sciences et des techniques de la formation* (p. 145-164), Paris, Dunod.
- Faverge, J.M. (1966). L'analyse du travail en terme de régulation. In J.-M. Faverge, M. Olivier, J. Delahaut, P. Stephaneck, J.C. Falmagne, *L'ergonomie des processus industriels* (p. 33-60), Bruxelles, Éditions de l'Institut de Sociologie.
- Faverge, J.M. (1972). L'analyse du travail. In M. Reuchlin (Éd.), *Traité de Psychologie Appliquée* (p.7-60), Paris, PUF, tome 3.
- French, J.R.P., Caplan, R.D., van Harrison, R. (1984). *The mechanisms of stress and strain*. Chichester, UK, J. Wiley.
- Gill, K.S. (1996). The foundations of human-centred systems. In K.S. Gill (Ed.), *Human machine symbiosis* (p. 1-68). London: Springer Verlag.
- Gonzalez, G., Rafaël, E., Teiger, C., Weill-Fassina, A. (2002). « Le serpent qui se mord la queue » : règles et activités de régulation lors de l'accueil en crèche collective. Actes du 37° Congrès de la SELF, *Les évolutions de la prescription*, p. 248-254.
- Hoc, J.M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble, P.U.G.
- Hoc, J.M. (1996). *Supervision et contrôle de processus. La cognition en situation dynamique*. Grenoble, P.U.G.
- Le Moigne, J.L. (1990). *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*. Paris, PUF, 3° éd.
- Leontiev, A. (1972). *Le développement du psychisme*. Paris, Éditions sociales.
- Leontiev, A. (1975). *Activité, conscience, personnalité*. Moscou, Éditions du Progrès.
- Leplat, J. (1972). La psychologie du travail en ergonomie. In M. Reuchlin (Éd.), *Traité de Psychologie appliquée* (p. 61-136), Paris, PUF, tome 3.
- Leplat, J. (1985). *Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail*. Paris, A. Colin.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail*. Paris, PUF.
- Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie*. Toulouse, Octarès
- Leplat, J. (2002). *Psychologie de la formation. Jalons et perspective*. Toulouse, Octarès.

- Mariné, C., Navarro, C. (1980). Rôle de l'organisation informelle du travail en équipe lors d'un dysfonctionnement technique. *Bulletin de Psychologie*, 344, 311-316.
- Miller, G.A., Galanter, E., Pribram, K.H. (1970). *Plans and the structure of behavior*. London, Holt, Rinehart & Winston.
- Naslin, P. (1958). *Technologie et calcul pratique des systèmes asservis*. Paris: Dunod.
- Nuttin, J. (1968). *Adaptation psychologique*. Encyclopaedia Universalis.
- Piaget, J. (1967). *Biologie et connaissance*. Paris, Gallimard.
- Piaget, J. (1974). *Réussir et comprendre*. Paris, PUF.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. Paris, PUF.
- Perrow, C. (1984). *Normal accidents: living with high risk technologies*. New York, Basic Book.
- Rasmussen, J., Pejtersen, A.M., Goodstein, L.P. (1994). *Cognitive systems engineering*. New York, J. Wiley.
- Reynaud, J.D. (1989). *Les règles du jeu. L'action collective et la régulation sociale*. Paris, A. Colin.
- Reynaud, J. D. (1995). *Le conflit, la négociation et la règle*. Toulouse, Octarès.
- Rochlin, G.I., La Porte, T.R., Roberts, K.H. (1987). The self-designing high-reliability organisation: Aircraft carrier flight operations at sea. *Naval War College Review*, 40, 4, 76-90.
- Rogalski, J. (1994). Formation et activités collectives. *Le Travail Humain*, 57, 4, 367-386.
- Schendel, J.D., Hagman, J.D. (1991). Long term retention of motor skills. In J.E. Morrison (Ed.), *Principles of applied human learning* (p. 53-92), Chichester, J. Wiley.
- Simon, H.A. (1996/2004). *Les sciences de l'artificiel*. Paris, Gallimard.
- Spérando, J.C. (1984). *L'ergonomie du travail mental*. Paris, Masson.
- Terssac, G. de, Lompré, N. (1995/2002). Pratiques organisationnelles dans les ensembles productifs : essai d'interprétation. In G. de Terssac, *Le travail : une aventure collective* (p. 237-250), Toulouse, Octarès.
- Terssac, G. de (1992). *Autonomie dans le travail*. Paris, PUF.
- Terssac, G. de (2002). *Le travail : une aventure collective. Recueil de textes*. Toulouse, Octarès.
- Tijus, C., Cambon de Lavalette, B., Poitrenaud, S. et Leproux, C. (2003). L'interaction autorégulatrice entre dispositif et utilisateur : une modélisation des inférences sur les durées du parcours routier. *Le Travail Humain*, 66, 1, 23-44.
- Valot, C. (2001). Rôle de la métacognition dans la gestion de situations dynamiques. *Psychologie Française*, 46, 2, 131-142.
- Van Harrison, R. (1978). Person-environment fit and job stress. In C.L. Cooper & R. Payne (Eds.), *Stress at work* (p. 175-208), Chichester, UK, J. Wiley.
- Vicente, K.J. (1999). *Cognitive work analysis*. Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum.
- von Cranach, M., Ochsenein, G., Valach, L. (1986). The group as self active system : outline of a theory of group action. *European Journal of social psychology*, 16, 3, 193-230.
- Zimmerman, B.J., Schunk, D.H. (Eds.). (2001). *Self-regulated learning and academic achievement*. Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum.

NOTES

1. L'idée importante est ici celle du décalage entre les habilités de l'individu et les exigences du travail.
 2. Le chapitre 2 de ce livre collectif (p. 33-60) concernant « l'analyse du travail en terme de régulation » a été reproduit dans le choix de textes de Leplat (1972, p. 61-86).
 3. Qui n'ont pu être reproduits.
 4. Le lecteur particulièrement intéressé pourra se reporter à cet article qui présente un ensemble de figures et de graphiques très clairs qui illustrent parfaitement bien notre développement qui suit, mais qu'il n'était pas possible de reproduire ici.
-

RÉSUMÉS

Le présent article s'attache à montrer le bénéfice que peut tirer l'analyse de l'activité d'une meilleure connaissance de la notion de régulation souvent mal définie. À cette fin, il essaiera surtout de suggérer quelques pistes de travail et des moyens de les poursuivre. Il commencera par dégager quelques traits essentiels de cette notion et en proposera un modèle. Cette notion sera aussi articulée à celle de règle. La deuxième partie montre comment le modèle de régulation proposé permet d'éclairer l'analyse de l'activité, en même temps que celle-ci amène à enrichir ce modèle. Elle fera apparaître, notamment, la multiplicité des boucles de régulation susceptibles d'être exploitées dans l'exécution d'une tâche et le rôle important que peut jouer la métaréglulation dans l'organisation de l'activité. La troisième partie, plus concrète, examinera quelques types d'usage de la régulation dans des études d'orientation ergonomique. Elle en donnera un petit historique, puis abordera des thèmes autour desquels se sont organisées de telles études, en particulier, la place des cadres temporels, les activités collectives et la formation. La conclusion reviendra sur l'intérêt d'un bon usage de la notion de régulation et indiquera quelques limites à son utilisation.

The following text aims to show the benefit for activity analysis obtained through a better knowledge of the concept of regulation, which is often poorly defined. To achieve this, it above all tries to suggest some avenues of study and some means for following these avenues. It begins by identifying some essential characteristics of this concept, and proposes a model for it. This concept will also be articulated with that of a rule. The second part shows how the proposed regulation model elucidates activity analysis at the same time that the latter enriches this model. It reveals the many regulation loops that can be used in task achievement and the important role that metaregulation can play in activity organization. The third part, more concrete, examines some types of uses of regulation in ergonomics-oriented studies and gives a short history of it. Themes around which such studies are organized are then addressed, in particular, the role of time frameworks, collective activities and training. The conclusion emphasizes the interest of a proper use of the concept of regulation and some limitations of its application.

Este artículo intenta mostrar lo ventajoso que puede ser para el análisis de la actividad conocer mejor la noción de regulación, a menudo mal definida. A tal fin, intentará sobre todo sugerir

algunos ejes de trabajo y medios para seguirlos. Comenzará por extraer ciertos rasgos esenciales de esta noción, proponiendo un modelo de la misma. Esta noción se articulará también a la noción de regla. La segunda parte muestra cómo el modelo de regulación propuesto permite clarificar el análisis de la actividad, al mismo tiempo que el análisis enriquece éste modelo. Mostrará, sobre todo, la multiplicidad de bucles de regulación que pueden ser utilizadas en la ejecución de una tarea y el rol importante que puede jugar la metaregulación en la organización de la actividad. La tercera parte, más concreta, examinará ciertos tipos de uso de la regulación en estudios con orientación ergonómica. Dará un breve histórico, para luego abordar temas alrededor de los cuales se han organizado tales estudios, en particular, el lugar de los marcos temporales, las actividades colectivas y la formación. La conclusión volverá sobre el interés de un buen uso de la noción de regulación e indicará algunos de los límites de su utilización.

INDEX

Keywords : regulation, rule, activity analysis, training, ergonomics, work psychology, time framework

Mots-clés : régulation, règle, analyse de l'activité, formation, ergonomie, psychologie du travail

Palabras claves : regulación, regla, análisis de la actividad, formación, ergonomía, marco temporal

AUTEUR

JACQUES LEPLAT

École Pratique des Hautes Etudes, 41 rue Gay-Lussac, 75005 Paris, France,
Jacques.Leplat@wanadoo.fr