

ANALYSE DU COURS-D'ACTION & CONCEPTION CENTRÉE SUR LE COURS-D'ACTION

J. Theureau (CNRS / UTC, Compiègne, France)¹

INTRODUCTION

Ce chapitre présente un cadre théorique et méthodologique intégrant (1) une démarche de « **cognitive task analysis** », l' « **analyse du cours-d'action** », qui considère les « cognitive tasks » comme incarnées, situées, indissolublement individuelles et collectives et cultivées, et (2) une démarche de « **cognitive task design** », dont les termes s'inspirent, mais en introduisant une différence significative, de l' « user centered system design » proposé par Donald Norman [26] et qui inclut l'ensemble de la situation (spatiale, informationnelle, technique, organisationnelle), la formation et, plus largement, la culture des opérateurs, la « **conception centrée sur le cours-d'action** », grâce à (3) un paradigme de la cognition humaine issu de la biologie théorique, le « **paradigme de l'enaction** », et **divers apports philosophiques et scientifiques** qui vont bien au-delà de l' « analytical philosophy », de la « cognitive psychology » et de la « computer science » .

Une longue histoire

Ce cadre théorique et méthodologique s'est développé essentiellement en relation avec la conception de situations de travail informatisées et automatisées (voir [31], [46], [52]). Il a montré aussi sa fécondité en ce qui concerne des situations de travail non informatisées (par exemple, le travail de la vigne) et des situations de pratiques autres que de travail, par exemple des situations de conduite automobile (en particulier, incluant ou destinées à inclure différentes sortes de systèmes d'assistance), des situations domestiques (par exemple, incluant des systèmes domestiques de contrôle d'énergie accessibles moyennant divers médias), des situations scolaires (en particulier, intégrant tutorat informatique et tutorat humain), et plus récemment, des situations de performance, de formation et de tutorat sportifs. S'il n'a concerné, parmi d'autres sources d'inspiration, qu'une seule situation de création artistique (celle de mise en scène théâtrale, [1]) et une seule situation de réception artistique [36] et n'a concerné ni les situations ludiques ni les situations militaires, c'est purement conjoncturel. Ces diverses situations ont été abordées aussi bien dans le cadre de l'université et de la recherche publique, de diverses sortes de travaux d'étudiants et de thèses de doctorat d'ergonomie, de contrôle des systèmes et de sciences et techniques de l'activité physique et sportive, que dans celui de services ergonomiques d'entreprises et de cabinets de consultants en ergonomie.

L'impulsion initiale de l'élaboration de ce cadre théorique et méthodologique est venue d'abord de la tradition d'analyse du travail de l'ergonomie de langue française qui remonte jusqu'à [27], que l'on peut aujourd'hui résumer à une idée directrice, celle de la nécessité pour la conception des postes de travail d'une analyse des activités réelles d'opérateurs en situation réelle de travail. Mais, cette élaboration commence vraiment en 1979 avec une seconde impulsion, celle qui a été fournie par la lecture de l'ouvrage de Newell & Simon, « Human Problem Solving » [25], fondateur à la fois de la psychologie cognitive de laboratoire et de l'Intelligence Artificielle. Cette seconde impulsion, contrairement à la première, est partagée avec les autres approches de la « cognitive task analysis » et du « cognitive task design ». En effet, la « cognitive task analysis », en s'intéressant à la cognition quotidienne, peut être considérée comme la réponse à la critique stratégique qui lui avait été adressée par Noam Chomsky [30], celle de ne s'intéresser qu'à l'exceptionnel, la résolution de problèmes symboliques, au lieu de considérer d'emblée les phénomènes les plus communs de la cognition humaine. Parallèlement, le « cognitive task design » peut être considéré comme une contribution à la conception au-delà de la catégorie limitée des systèmes d'Intelligence Artificielle. Mais, du fait qu'elle s'est superposée à la première, elle a été poursuivie, pour une part à la lettre et pour une autre part de

¹ Avec mes remerciements à tous ceux qui ont contribué aux différentes études de conception mentionnées et, plus particulièrement, à René Dufresne pour l'exemple qu'il m'a permis d'emprunter à l'étude qu'il vient de terminer à la Canadian National dans le cadre d'une thèse de doctorat d'ergonomie sous ma direction.

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

façon critique, de telle sorte qu'il est difficile de la reconnaître dans son produit actuel, sinon final. Nous y ferons référence dans les paragraphes introductifs des différentes sections.

Une poursuite à la lettre

Considérons d'abord ce qui dans "Human Problem Solving" est poursuivi à la lettre par l'analyse du cours-d'action et la conception centrée sur le cours-d'action. C'est d'abord évidemment la proposition d'étudier le « human system » selon « three dimensions of variation » : celle des « tasks », celle des "individual differences" (culturelles), et celle de l'échelle de temps des « behavioral acts » (« performance / learning / développement ») (op. cit., p. 2). C'est ensuite "to try to represent in some detail a particular man at work on a particular task" (op. cit., p. 5). « As a scientific bet, emphasis is put on performance » and « learning is considered as a second-order effect » (op. cit., p. 7). C'est enfin que la théorie recherchée est « a Process Theory », "Dynamically Oriented", "Empirical, Not Experimental" et "Non-statistical" (op. cit., pp. 9-13), ou plus précisément :

- « Such a theory describes the time course of behavior, characterizing each new act as a function of the immediately preceding state of the organism and of its environment » (ibidem, p. 11) ;

- « Because of the strong history-dependence of the phenomena under study, the focus on the individual, and the fact that much goes on within a single problem solving encounter, experiments of the classical sort are only rarely useful. Instead, it becomes essential to get enough data about each individual subject to identify what information he has and how he is processing it. This method leads, in conjunction with the content orientation, to emphasizing the use of verbal behavior as data, because of its high output rate. Thus, the analysis of verbal protocols is a typical technique for verifying the theory, and in fact has become a sort of hallmark of the information processing approach. The nature of the theory leads also to a continuous search for new sources of data that can be conjoined to existing data to ease the problem of identification » (op. cit., p12) ;

- « It is difficult to test theories of dynamic, history-dependent systems. The saturation with content – with diverse meaningful symbolic structures – only makes matters worse. There is not even a well-behaved Euclidian space of numerical measurements in which to plot and compare human behavior with theory. Thus, this book ("Human Problem Solving") makes very little use of the standard statistical apparatus. Theory and data are compared, and some attempts are made to measure and tabulate some comparisons. But our data analysis techniques resemble those of the biochemist or archeologist more those of the agricultural experimenter »(op. cit., p. 13).

D'où un mode de validation des théories et modèles qui met l'accent sur la description systématique en termes abstraits traduisant des invariants structurels hypothétiques de protocoles verbaux recueillis parallèlement au déroulement de l'activité et donne un statut secondaire aux expérimentations classiques et aux traitements statistiques. C'est ainsi que, dans [25], près de 200 pages sont consacrées à la discussion des difficultés de description de quelques protocoles verbaux de résolution du « puzzle cryptarithmétique DONALD + GERALD = ROBERT ».

Une autre caractéristique peut être ajoutée aux premières. C'est que les limites des protocoles, c'est-à-dire le « coverage » variable de l'activité par les verbalisations, conduisent à développer un réseau d'inférences, dont la force de conviction dépend à la fois de la densité de « coverage » et de la construction théorique effectuée (ici le « problem space »). Il vaut encore une fois la peine de citer les auteurs: « Although the detail itself is not very exciting, it is important to see what is going on in this phase of analysis. We are trying to infer from the subject's verbalizations what he knows and what operations he performs at any point in time. To do so, we must interpret his language – i.e. consider its meaning. Thus, if he says « R is odd », we infer that he knows R is odd. Of course, it is relevant, in principle, to ask whether the given utterance could have been made by chance. If the subject has been asked : « Is R odd or even ? » then his answer that « R is odd » has a fifty-fifty chance of being true, whether the subject knows anything about R or not. As fortune tellers know, one can often appear to give information by making general enough statements so that the a priori chances of falsification are remote. In our situation, the ensemble against which to view the subject's utterances is the language of the problem space. This makes highly unlikely that « R is odd » will be uttered correctly by chance. More important than the probabilities is the web of inference that goes beyond a short utterance in isolation (« R is odd ») and relates it to other utterances (e.g., « Two L's equal an R »). This

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

web of inference varies in its coverage, and not all assertions can be made with considerable assurance » (ibidem, pp. 183- 184).

L'analyse du cours-d'action et la conception centrée sur le cours-d'action respectent à la lettre ces caractéristiques en ce qui concerne l'étude des activités quotidiennes et la conception des situations dans lesquelles elles s'accomplissent – avec d'ailleurs pour conséquence que, pour bien faire, il faudrait l'équivalent des 1600 pages de « Human Problem solving » pour les exposer ! -, mais rejette radicalement les autres caractéristiques dont nous parlerons au fur et à mesure. D'où, globalement, ce qu'on pourrait appeler « une poursuite radicalement critique ».

Plan du chapitre

Nous présenterons successivement les différentes caractéristiques de l'analyse du cours-d'action et de la conception centrée sur le cours-d'action qui ressortent de cette « poursuite radicalement critique » de l'impulsion de Newell & Simon en matière de « cognitive task analysis » et de « cognitive task design ». Dans la section 1, nous présenterons le paradigme de l'enaction et les conséquences qui en ont été tirées pour la « cognitive task analysis » : son effectuation en termes de « cours-d'expérience » et de cours-d'action. Dans la section 2, nous présenterons les principes de l'observatoire des cours-d'action et leur concrétisation dans les études particulières. Dans la section 3, nous insisterons sur le « principe du primat de l'intrinsèque dans l'analyse ». Dans les sections 4 et 5, nous aborderons le « cadre théorique sémio-logique d'analyse du cours-d'expérience ». Dans la section 6, nous considérerons plus particulièrement l'articulation collective des cours-d'action ». Dans la section 7, avant de quitter la seule analyse des cours-d'action et de leur articulation collective pour son intégration dans la conception centrée sur le cours-d'action, nous ferons le point sur l'épistémologie et la méthodologie de la « analyse du cours-d'action ». Dans la section 8, nous aborderons plusieurs questions liées : celle de savoir sur quelles sortes de modèles synthétiques empiriques débouche l'analyse du cours-d'action ; celle de l'amphibologie du « cognitive task design » et de l'objet de conception de la conception centrée sur le cours-d'action, celle de la distinction entre modèles synthétiques empiriques et modèles synthétiques pour la conception. Dans la section 9, nous montrerons que la complexité dynamique que constitue l'activité humaine impose, tant pour la connaissance empirique que pour la conception, un processus itératif d'étude de situations. Nous pourrions alors enfin aborder dans la section 10 la pratique de l'analyse du cours-d'action et de la conception centrée sur le cours-d'action. En particulier, nous préciserons à partir de la notion de « juste utile » l'articulation à effectuer entre recherche et développement en matière d'analyse du cours-d'action et de conception centrée sur le cours-d'action. Nous concluons en considérant le processus de conception centrée sur le cours-d'action lui-même comme une articulation collective de cours d'action.

1. LE PARADIGME DE L'ENACTION ET SES CONSEQUENCES EN MATIERE DE « COGNITIVE TASK ANALYSIS » ET DE « COGNITIVE TASK DESIGN »

Pour [25], comme à peu près tout le monde depuis la critique du behaviorisme : "Le comportement intelligent présuppose la faculté de représenter le monde d'une certaine façon. Ainsi, nous ne pouvons pas expliquer le comportement cognitif à moins de présumer qu'un agent réagisse en représentant les éléments pertinents des situations dans lesquelles il se trouve. Dans la mesure où sa représentation de la situation est fidèle, le comportement de l'agent sera adéquat, toutes choses égales par ailleurs." ([57], p. 37)

Mais il ajoute une hypothèse concernant la représentation qu'on peut formuler ainsi : "La cognition consiste à agir sur la base de représentations d'un monde extérieur prédéterminé qui ont une réalité physique sous forme de code symbolique dans un cerveau ou une machine" (ibidem, p. 38). C'est cette hypothèse qui fonde le « paradigme de l'homme comme ordinateur humain ». D'après F. Varela, c'est là que le bât blesse : "l'insatisfaction principale à l'origine de ce que nous appelons ici l'approche de l'enaction est simplement l'absence complète de sens commun dans la définition de la cognition jusqu'à ce jour. Pour le cognitivisme comme pour le connexionnisme actuel, le critère d'évaluation de la cognition est toujours la représentation adéquate d'un monde extérieur prédéterminé. On parle soit d'éléments d'information

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

correspondant à des propriétés du monde (comme les formes et les couleurs), soit de résolutions de problèmes bien définis qui impliquent un monde aussi bien arrêté. Cependant, notre activité cognitive quotidienne révèle que cette image est par trop incomplète. La plus importante faculté de toute cognition vivante est précisément, dans une large mesure, de poser les questions pertinentes qui surgissent à chaque moment de notre vie. Elles ne sont pas prédéfinies mais enactées, on les fait émerger sur un arrière-plan et les critères de pertinence sont dictés par notre sens commun d'une manière toujours contextuelle" ([58], pp. 90-91). D'ailleurs, Simon lui-même avait précisé que : "dans la vie réelle, il n'y a pas de problème bien défini, unique et statique mais plutôt un problème changeant sans cesse, dont la définition se modifie à partir de l'information que les acteurs extraient de leur mémoire ou de celle qu'ils obtiennent à travers les réponses de l'environnement aux actions qu'ils ont réalisées" ([42], p. 239). C'est en partant d'un tel constat dans les études empiriques que l'analyse du cours-d'action s'est détachée du « paradigme de l'homme comme ordinateur humain » au profit du « paradigme de l'homme comme système vivant » proposé par Maturana et Varela.

La centralité de l'analyse du cours-d'action d'opérateurs réels en situation réelle de travail dans le conception centrée sur le cours-d'action tient à des raisons théoriques et épistémologiques profondes qui concernent la nature de l'activité humaine et les possibilités de sa connaissance scientifique. Le faisceau d'hypothèses théoriques en jeu est que l'activité humaine est : **autonome**, c'est-à-dire consiste en des interactions asymétriques entre l'acteur et son environnement, au sens où ces interactions concernent, non pas l'environnement tel qu'un observateur extérieur peut l'appréhender, mais son « domaine propre », c'est-à-dire ce qui, dans cet environnement, est pertinent pour la structure interne de cet acteur à l'instant t ; **cognitive**, c'est-à-dire manifeste et construit constamment des savoirs ; **incarnée**, c'est-à-dire consiste en un continuum entre cognition, action, communication et émotion, pour en rester provisoirement à des notions de sens commun ; **située dynamiquement**, c'est-à-dire fait constamment appel aux ressources, individuelles comme collectivement partagées à divers degrés, que constituent les caractéristiques matérielles, sociales et culturelles changeantes de sa situation d'occurrence ; **indissolublement individuelle et collective**, au sens où même les épisodes individuels sont inbriqués avec des épisodes collectifs ; **cultivée**, c'est-à-dire inséparable d'une situation culturelle, collectivement partagée comme individuelle à divers degrés ; et enfin, **vécue**, c'est-à-dire plus précisément donnant lieu à expérience pour l'acteur à l'instant t, aussi partielle et fugace soit-elle .

Ces hypothèses théoriques sont à prendre au sens fort. Par exemple, contrairement à diverses tentatives faites depuis le surgissement public de l'action située dans [44], le caractère situé dynamiquement de l'activité ne saurait être réduit à la bonne idée méthodologique bien antérieure qui serait d'étudier scientifiquement l'activité humaine dans des situations non expérimentales (voir, par exemple, les travaux anthropologiques de terrain et [27], cité plus haut). C'est plutôt l'idée que, d'une part, les situations expérimentales sont condamnées à rater des phénomènes essentiels de l'activité humaine – du moins si elles se développent sans relation avec des recherches scientifiques dans les situations non expérimentales -, d'autre part, les théories et méthodes d'étude de l'activité humaine dans les situations expérimentales doivent prendre en compte son caractère situé, ne serait-ce que pour justifier les réductions opérées. Par exemple, reconnaître le caractère cognitif de l'activité, ce n'est pas seulement énoncer le fait trivial que l'homme pense, c'est affirmer, contrairement à diverses démarches scientifiques dans les « Social Sciences », qu'on ne peut se passer de notions de savoir, de manifestation et de construction de savoir pour décrire, comprendre et expliquer cette activité.

Ces hypothèses théoriques concrétisent le paradigme de l'homme comme système vivant en ce qui concerne l'analyse du travail et, plus généralement, des pratiques humaines quotidiennes. Elles ont des conséquences théoriques et épistémologiques importantes. Elle conduit à distinguer deux domaines phénoménaux, ou domaines de description de l'activité de l'acteur : le **domaine de structure**, susceptible d'une description opérationnelle ; le **domaine cognitif**, ou du **couplage structurel**, susceptible d'une description symbolique. Ils obéissent à la formule : **domaine de structure = celui de processus conduisant au domaine cognitif**, avec rétroaction à chaque instant du domaine cognitif sur le domaine de structure. Le premier domaine concerne ce que nous venons de désigner comme des « **parties** » de cet acteur, en particulier les interactions entre le système nerveux et l'ensemble de l'acteur, et le second les **interactions asymétriques entre cet acteur et son environnement**. Si les neurosciences portent sur l'articulation entre les deux domaines phénoménaux, c'est dans leurs limites

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

épistémologiques qui les rendent « incapables de satisfaire le niveau de détail nécessaire aux explications ontogénétiques et phylogénétiques » [58]. Les « Sciences de l'Homme et de la Société », dont le versant de la psychologie qui y participe, ne peuvent porter de droit que sur le seul domaine cognitif. Encore faut-il, pour que leurs descriptions du couplage structurel aient une valeur explicative et pas seulement un intérêt pratique, qu'elles prennent en compte la caractéristique d'autonomie de l'acteur que nous avons définie plus haut et qu'elles puissent être considérées, compte tenu des connaissances neurophysiologiques du moment, comme résumant des processus constituant ce domaine de structure. C'est ce qui, pour reprendre la formule de Varela, rendrait ces descriptions **admissibles**. D'où un problème épistémologique qui serait insurmontable, dans l'état actuel et futur probable à un terme raisonnable des neurosciences, s'il n'existait pas un autre domaine phénoménal, celui qui est l'objet de la seconde idée et qui est lié à la dernière caractéristique énoncée plus haut de l'activité humaine qui est d'être vécue, de donner lieu à expérience pour l'acteur à chaque instant.

L'analyse du cours-d'action ajoute justement la considération de ce troisième domaine phénoménal : le **domaine d'expérience**, c'est-à-dire celui du **cours-d'expérience** de l'acteur, du processus de construction de cette expérience à chaque instant, et s'intéresse à l'articulation entre le domaine cognitif et ce dernier. D'une part, la connaissance de ce cours-d'expérience de l'acteur a un intérêt en soi. On rejoint ici les réflexions actuelles sur la « naturalisation de la phénoménologie » (voir [29]). Mais, on pourrait aussi dire que [25], par l'appel qui est fait au « thinking aloud all along the problem solving process », inaugurerait en fait une description systématique de ce domaine d'expérience, mais selon nous en pensant à tort que « the processes posited by the theory presumably exist in the central nervous system, are internal to the organism » (op. cit., p. 9), alors qu'ils concernent les interactions asymétriques entre l'organisme et son environnement. D'autre part, on fait l'hypothèse que la description du cours-d'expérience, si elle est correcte, constitue une description du couplage structurel qui est partielle mais admissible. D'où les formules : d'une part, **domaine cognitif = celui de processus conduisant au domaine d'expérience**, donc permettant de contribuer à l'explication de ce dernier, avec rétroaction à chaque instant du domaine d'expérience sur les processus qui y conduisent ; d'autre part, **description du domaine d'expérience = clef, compte tenu des limites actuelles des neurosciences, d'une description admissible du couplage structurel**, moyennant un principe épistémologique, celui du **primat de la description du cours d'expérience (domaine d'expérience)** sur celle de l'ensemble du **couplage structurel (domaine cognitif)**, dit aussi plus brièvement **primat de l'intrinsèque**.

Ces différentes formules définissent des niveaux qui concernent le système acteur-environnement et non pas l'acteur seul et qui sont étrangers à toute séparation entre « mind » et « body ». D'où l'objet théorique que nous avons baptisé **cours-d'action**, qui concerne la relation entre le domaine d'expérience et le domaine cognitif ainsi définis : ce qui, dans l'**activité observable d'un acteur dans un état déterminé**, engagé activement dans un **environnement physique et social déterminé** et appartenant à une **culture déterminée**, est **préreflexif**, ou encore **significatif pour cet acteur**, c'est-à-dire **montrable, racontable et commentable par lui à tout instant de son déroulement à un observateur-interlocuteur moyennant des conditions favorables**. Dans cette définition, les éléments essentiels (« activité observable », « acteur dans un état déterminé », « environnement physique et social déterminé », etc...) ont été présentés en caractères gras. Le cours d'action, c'est le cours d'expérience (dit aussi, plus lourdement, organisation intrinsèque du cours d'action) de l'acteur et les relations qu'il entretient avec des caractéristiques pertinentes (dites extrinsèques) de son activité observable, de son état, de sa situation (incluant d'autres acteurs et en partie partagée par ces autres acteurs) et de sa culture (en partie partagée avec d'autres acteurs), caractéristiques qui sont dégagées à partir d'une interprétation des données les concernant selon le principe du **primat de l'intrinsèque** précisé plus haut. D'où le schéma suivant de description du cours d'action :

Description du cours d'expérience / données d'observation de l'activité, de l'état de l'acteur, de sa situation et de sa culture



Description admissible des relations entre la dynamique des contraintes dans l'état de l'acteur, sa situation et sa culture, celle de l'ensemble du couplage structurel et celle des effets sur l'état de l'acteur, sa situation et sa culture

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

Une telle description du cours d'action est documentable en situation naturelle de travail ou, plus généralement, de pratique quotidienne. Elle est explicative et conduit, comme nous le verrons lorsque nous aborderons la conception centrée sur le cours-d'action, à des recommandations ergonomiques portant sur la conception des situations tout en prenant en compte les caractéristiques d'état (permanentes et instantanées, physiologiques et psychologiques) et de culture des acteurs.

Par exemple, dans une série d'études de la conduite automobile visant la conception de systèmes avancés d'assistance [63], prenant en compte la construction de l'action dans la situation et considérant l'action et la perception comme indissociables dans cette construction, notre approche met au premier plan l'étude de l'activité des conducteurs en situation naturelle de conduite. Il s'agit là pour nous d'une condition de base pour appréhender le caractère complexe et dynamique de l'activité de conduite, ainsi que sa dimension éminemment contextuelle. Nous considérons en effet que la conduite se construit pour une large part en fonction des circonstances, ces dernières ne pouvant jamais être totalement anticipées et changeant constamment. La conduite est également multi-sensorielle et le conducteur est en outre en interaction quasi-permanente avec d'autres conducteurs. Pour être en mesure de rendre compte de toutes ces caractéristiques et de cette construction de la conduite en lien avec la situation, il nous semble indispensable de placer les conducteurs dans des situations réelles de conduite et de prendre en compte leur point de vue sur la réalisation de leur activité, pour recueillir des données explicatives sur cette activité. Pour la plupart, nos études se sont ainsi basées sur des campagnes d'essais sur route ouverte au cours desquelles était recueillie une combinaison de données quantitatives et qualitatives en rapport avec ces caractéristiques générales de l'activité de conduite. Sont par exemple quasi-systématiquement recueillies des données relatives à la dynamique du véhicule et de certains autres véhicules avec lesquels le conducteur est en interaction (vitesse, accélération, usage du frein, modalités de décélération, rapport de vitesse engagé,...), au comportement du conducteur (manoeuvres, positionnement sur les voies de circulation, actions sur le véhicule et/ou sur des équipements particuliers,...), au contexte rencontré par le conducteur (trafic, infrastructure, manoeuvres des autres conducteurs,...). D'autre part, sont également recueillies des données en rapport avec des caractéristiques propres à la dimension spécifique de l'activité que l'on cherche à assister. Ainsi, des données relatives au déport latéral ou au positionnement instantané du conducteur dans sa voie de circulation ont pu être recueillies dans le cadre d'une étude menée pour la conception d'un système de type « Lane Keeping ». Des données de vitesse relative et de distance relative sont recueillies plus particulièrement dans le cadre d'études relatives à la gestion des vitesses et des distances. De même, des données de distance par rapport à un obstacle ou par rapport à un autre véhicule ont pu être recueillies plus spécifiquement lors d'études concernant la réalisation de manoeuvres. Dans tous les cas, une place importante est donnée les études que nous menons au point de vue du conducteur lui-même sur son activité, ce qui se traduit par le recueil de données verbales sollicitées pendant la réalisation même de cette activité et/ou en situation d'autoconfrontation (le conducteur est placé face au film de son trajet, ce dernier étant systématiquement enregistré, et le commente pour expliciter son activité a posteriori). Il ressort clairement des données recueillies que l'activité du conducteur peut être ainsi abordée dans toutes les dimensions présentées dans la définition ci-dessus.

Si, au contraire de ces études de la conduite automobile, l'on considère seulement la part de l'activité observable de l'acteur qui est pré-réflexive et ne s'intéresse pas aux autres aspects de cette activité observable, on obtient une description moins développée - mais néanmoins intéressante pour la connaissance empirique et souvent suffisante pour la conception - du couplage structurel de cet acteur avec sa situation. C'est souvent sur cette description que l'on peut qualifier de minimale que la conception centrée sur le cours-d'action s'est jusqu'à aujourd'hui fondé. Une telle description minimale peut rendre compte de phénomènes extrêmement fins. Par exemple, dans une étude des cours d'action d'agents d'une mutuelle

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

effectuant une saisie complexe en vue du remboursement de dossiers maladie, on a pu montrer que chaque changement de direction de regard vers l'écran et vers le document (et bien sûr vers le clavier) pouvait être précisément montré, raconté et commenté par les agents [33].

C'est le cas, pour prendre un seul exemple, dans une étude des cours d'action des contrôleurs du trafic ferroviaire qui a été menée en relation avec le processus de conception d'un système de contrôle ferroviaire plus informatisé et plus automatisé [8]. Si ont été réalisés des enregistrements audiovisuels du comportement des contrôleurs et des enregistrements audio de leurs verbalisations en autoconfrontation, le comportement a été réduit dans l'analyse aux éléments qui correspondaient aux verbalisations des contrôleurs. Aucun essai n'a été fait, par exemple, pour mettre en œuvre les outils d'analyse développés par l'ethnométhodologie et l'analyse conversationnelle pour rendre compte des finesses des interactions humaines, verbales et gestuelles. Le repérage des situations typiques de contrôle, l'étude systématique de la structure d'anticipation des contrôleurs, l'analyse des difficultés de compréhension mutuelle avec ses interlocuteurs (contrôleurs d'autres secteurs, chefs de chantier, chefs de station, etc...) et des processus de construction et de résolution situées de problèmes qui ont été permis par cette réduction de l'analyse se sont avérés très éclairants pour la conception.

Notons que c'est concernant ces caractéristiques pertinentes d'activité observable, d'état, de situation et de culture que l'interdisciplinarité ergonomique dans laquelle ces recherches se sont développées montre toute sa nécessité. Ce que nous offre la description du cours d'expérience, c'est en effet, d'une part une description diachronique et synchronique admissible partielle du couplage structurel, d'autre part une orientation vers des caractéristiques pertinentes de l'activité observable de l'acteur, de son état, de sa situation et de sa culture. C'est beaucoup, mais ce n'est pas suffisant. Il faut y ajouter de nouvelles hypothèses, des plus générales aux plus particulières, en ne se privant d'aucun apport possible issu d'autres recherches dans d'autres disciplines scientifiques ou technologiques.

Notons aussi que la caractéristique d'autonomie peut concerner, au-delà de l'acteur et des « parties » de cet acteur, un acteur muni de ses prothèses. Cependant, la considération de l'autonomie relative d'un **acteur muni de ses prothèses** ne pose pas de problèmes fondamentalement différents de celle de l'autonomie d'un acteur et se ramène à cette dernière.

2. L'OBSERVATOIRE DU COURS-D'ACTION ET SA « THEORIE RUDIMENTAIRE »

Les données de [25] sont des verbalisations simultanées, qu'ils qualifient de « thinking aloud ». À l'occasion de divers articles critiques, [10] et [11] ont introduit une idée fondamentale : « To end this confusion, we must extend our analyses of the tasks that our subjects are performing to incorporate the processes they are using to produce their verbal responses. The expansion of theories to include a theory of the measuring instruments is common place in physics. Experiments that involve weighing objects require at least a rudimentary theory of the pan balance. In the same way, experiments that record verbal responses of any kind need at least a rudimentary theory of how subjects produce such responses... Nor does this requirement of a theory of the response mechanisms involve us in a vicious circle. Such a theory must be developed and tested simultaneously with our theories of task performance. » ([10], p.216).

Or, la " rudimentary theory of how subjects produce such verbal responses" qu'ils proposent est basée sur une théorie de la mémoire stockage aujourd'hui largement remise en question au profit de théories de la mémoire reconstruction et du rôle que joue le contexte interactionnel et social dans cette reconstruction (voir, par exemple, [9], [37]). Si donc aujourd'hui l'on peut prendre pour acquis nombre des arguments de Ericsson & Simon pour rejeter « the notion that verbal reports provide possibly interesting but only informal information, to be verified by other data » proposée par Nisbett & Wilson ([11], p. 3), on doit aussi penser ces verbalisations et les méthodes pour les obtenir autrement qu'en termes de mémoire stockage et de « thinking aloud » hors contexte interactionnel et social.

C'est pourquoi l'analyse du cours-d'action repose sur un **observatoire** différent de celui de Ericsson & Simon, et en particulier non réduit à des données verbales, et dont la « rudimentary theory » est évidemment différente. Cette théorie rudimentaire est issue de l'anthropologie culturelle et cognitive (en ce qui concerne la maîtrise de l'interaction entre analyste et l'acteur),

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

de la psychologie clinique et expérimentale et de la neuropsychologie (en ce qui concerne le rappel et la prise de conscience), de l'étude de la pensée privée développée par P. Vermersch et ses collègues (en particulier concernant les verbalisations en autoconfrontation), et, bien sûr, de l'expérience méthodologique constituée dans la tradition de l'étude du cours d'action). Elle est faite d'hypothèses supplémentaires qui ne pourront être validées (ou falsifiées) par les données ainsi produites. Cet observatoire étant ainsi plus complexe, ses divers aspects sont aussi susceptibles d'évoluer de façon inégale avec le progrès des recherches autres que celles sur les cours d'action eux-mêmes. Parmi ces recherches autres, il peut y avoir évidemment des recherches sur les cours d'action de verbalisation des cours d'action. Ces dernières ont seulement commencées tout récemment. La théorie rudimentaire de cet observatoire conditionne les conditions matérielles de rappel situé (temps, lieu, éléments matériels de la situation), le mode de relance et de guidage de la monstration, de la description et du commentaire par les acteurs, ainsi que les conditions culturelles, éthiques, politiques et contractuelles favorables d'observation, d'interlocution et de construction d'un consensus entre l'acteur et l'observateur-interlocuteur.

Un ensemble articulé de méthodes de recueil de données

Une méthodologie de recueil de données sur les cours-d'action a pu être développée, qui trouble le moins possible - et, en tout cas, de façon réglée - le déroulement de l'activité en cours, et qui établit les conditions favorables d'observation et d'interlocution nécessaires. Elle relie de façon précise, en relation avec les caractéristiques des activités et des situations étudiées, des **observations et enregistrements en continu du comportement** des acteurs, des **verbalisations provoquées des acteurs en activité** (de la « pensée tout haut » pour l'observateur-interlocuteur à des verbalisations interruptrices à des moments privilégiés judicieusement choisis) et des **verbalisations en autoconfrontation** des acteurs avec des enregistrements de leur comportement, voire des **verbalisations en entretien d'explicitation** [61] où l'acteur est remis en situation en faisant strictement appel à un guidage de son rappel sensoriel. Ces formes de verbalisation provoquée visent directement ou indirectement à faire apparaître les phénomènes pré-réflexifs de l'activité. D'autres formes de verbalisations, de la part des acteurs mis en position d'analystes de leur activité (appelées **verbalisations en autoconfrontation de second niveau** pour souligner qu'elles se situent dans la continuité des autoconfrontations proprement dites), mais aussi de la part d'acteurs en position d'observateurs des premiers (**verbalisations en confrontation**), sont aussi mises en œuvre, qui constituent, non pas des données, mais des **contributions des acteurs à l'analyse de leur activité** (on retrouve là l'« informel » de Nisbett & Wilson). S'ajoutent à ces différentes sortes de données, des **données "objectives"** (c'est-à-dire du point de vue de l'observateur), statiques ou dynamiques sur l'état des acteurs, les caractéristiques des divers composants des situations (par exemple, les « tâches » prescrites et rôles organisationnels prescrits, les interfaces existantes, les espaces de travail, les dispositifs de commande, mais aussi le dispositif de formation, les modes de gestion, etc...), les cultures (culture générale, cultures de métiers, cultures locales voire cultures familiales et personnelles).

La mise en œuvre de ces différentes méthodes dans une situation de travail particulière nécessite une **familiarisation mutuelle des acteurs et des observateurs-interlocuteurs**, analogue sur de nombreux points à l'enquête ethnographique classique. Celle-ci constitue le centre de l'étude préalable. Mais cette dernière a aussi pour objet la précision avec les acteurs des objectifs et méthodes, et plus généralement d'un contrat de collaboration. Malgré la richesse de ces données, l'étude des cours d'action et de leur articulation collective doit faire appel, comme en histoire, à la « rétrodiction », au comblement des manques des sources par des inférences (voir [60], concernant cette notion qui généralise la remarque citée en introduction de [25], sur les inférences à effectuer dans l'analyse des protocoles).

Cet observatoire a fait et continue de faire de nombreux emprunts à d'autres auteurs, mais ces emprunts sont en général profondément transformés en relation avec l'ensemble du schéma épistémologique présenté plus haut. C'est ainsi que les **méthodes de verbalisation en termes de « pensée-tout-haut »** de [25] dont nous sommes parties en 1979 ont été entièrement repensées, que la **méthode d'autoconfrontation** empruntée à von Cranach ([4] [5] [6] [7]) en 1983 a été complètement transformée dans sa mise en œuvre comme dans sa visée, que les **méthodes empruntées à l'anthropologie culturelle** se sont vues assigner comme rôle de contribuer à la réalisation et à l'interprétation des données d'observation, de verbalisation

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

simultanée, interruptive et d'autoconfrontation et, enfin, que les **méthodes d'observation du comportement, de l'état des acteurs, de leur situation et de leur culture** contribuent à la modélisation, non pas directement, mais par l'intermédiaire de la modélisation du cours d'expérience. La **méthode de l'entretien d'explicitation** qui, contrairement aux précédentes, est liée à une construction théorique cohérente avec celle du « cours d'action » [61], s'est vue assigner un rôle limité de complément de l'autoconfrontation. En effet, l'utilisation de la vidéo dans l'autoconfrontation de premier niveau, s'il favorise le rappel situé des détails de l'action, ainsi que des perceptions et interprétations qui l'ont accompagnée, à tout instant et sur des périodes qui peuvent être longues, défavorise l'expression de ce qui a été construit par l'intermédiaire d'autres modalités sensorielles que la vision et l'audition, de même que l'expression des émotions. L'entretien d'explicitation, s'il perd les avantages de la prothèse vidéo, en dépasse aussi les limitations. Notons cependant, que l'utilisation des méthodes d'autoconfrontation dans les recherches sur la performance sportive de niveau international (voir [40] et [41]) fait apparaître de façon significative, pour ces individus exceptionnels, le jeu de certaines de ces autres modalités sensorielles, en particulier le toucher et la proprioception, ainsi que les sentiments (émotions significatives pour l'acteur).

Durée et articulation des périodes de recueil de données

Le recueil de données systématiques, avec les méthodes que nous venons d'exposer, prend du temps, auquel il faut ajouter le temps de retranscription. Il prend surtout du temps d'expert en étude du cours d'action, car il est difficile pour un tel expert de faire recueillir et retranscrire en totalité ces données par d'autres et d'en faire ensuite l'analyse en chambre. De nombreux choix méthodologiques nécessitent une familiarisation personnelle avec la situation, et sont à effectuer tout au long du recueil de données et de leur retranscription.

La réflexion sur la durée et l'articulation des périodes de recueil de données peut se concentrer sur les données d'observation et d'enregistrement. En effet, d'une part, les données de verbalisation provoquée, simultanée ou interruptive sont recueillies en même temps que les données d'observation et d'enregistrement, d'autre part, les durées de recueil des données d'autoconfrontation et des données pour la description extrinsèque, dépendent des durées de recueil des données d'observation et d'enregistrement.

La durée de l'ensemble des périodes de recueil de données d'observation et d'enregistrement dépend de la durée de chaque période de recueil en continu, de l'étalement dans le temps et de l'articulation de ces périodes, du nombre de ces périodes ou ensembles articulés de périodes. Cette durée de recueil de données, et donc de retranscription, dépend de plusieurs facteurs : (1) les caractéristiques particulières de complexité et de variété des cours d'action, des acteurs et des situations considérés ; (2) les caractéristiques temporelles particulières des cours d'action considérés ; (3) les visées théoriques et pratiques de l'étude ; (4) les contraintes temporelles de l'étude, imposées par exemple par un processus de conception en cours ; (5) les compétences (générales et relatives aux caractéristiques particulières des cours d'action considérés) de l'expert en étude du cours d'action. L'ensemble de ces facteurs est à considérer dans chaque étude particulière. Il est difficile d'énoncer des principes généraux. Nous aborderons les contraintes temporelles de l'étude et les compétences de l'expert en étude du cours d'action, après avoir précisé les processus de conception, lorsque nous discuterons des méthodes de recueil de données et d'analyse rapides, à propos des apports à l'élaboration d'un projet de conception particulier (section 10). Nous insisterons ici sur les caractéristiques temporelles des cours d'action particuliers considérés et énoncerons et illustrerons un **principe général de durée et d'articulation des périodes de recueil de données**.

Ce principe général est de viser à documenter les éléments du **cours d'expérience**, de **l'activité observable** et de leurs **contraintes et effets** dans l'**état** de l'acteur, sa **situation** et sa **culture**, qui sont pertinents pour le projet de conception. La mise en oeuvre de ce principe est donc subordonnée à des hypothèses préalables sur le cours d'action et sur la portée du projet de conception. Ces dernières sont issues des recherches antérieures sur le cours d'action et la conception centrée sur le cours d'action et de l'étude préalable. Elles permettent de définir dans le cas considéré quel est l'**ensemble articulé minimal de périodes de recueil de données**. Les recherches qui ont permis d'énoncer ce principe peuvent être considérées comme autant d'applications de celui-ci. Le mieux, pour illustrer de principe, est de présenter quelques

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

exemples de ces recherches en rappelant brièvement les projets de conception auxquels elles étaient liées.

Activités liées à des tâches discrètes (par exemple : [32] ; [33] ; [62] ; [63] ; [13] ; [2]).

Toutes ces recherches visaient essentiellement la conception d'un logiciel informatique, comme élément central d'une situation d'aide. Dans ce cas, la solution est simple : on peut organiser le recueil de données sur la base du traitement du bulletin d'enquête, dossier-maladie, demande de recherche, appel téléphonique ou autre, à l'intérieur de son contexte plus large. Le cas de l'accueil téléphonique assisté informatiquement étudié dans le cadre d'un projet d'aménagement des situations existantes [2] nous ramène pour une bonne part aux cours d'action liés à des tâches discrètes. De nombreuses questions concernant l'aménagement du logiciel informatique et l'ensemble de la situation d'aide peuvent être abordées en prenant pour unité de recueil de données l'appel téléphonique d'un client. Par contre, certains appels des clients et coups de téléphone initiés par l'agent aux différents services concernés de l'entreprise s'organisent en histoires qui peuvent durer plusieurs heures ou plus. Si l'on veut aménager de ce point de vue le logiciel informatique et les dispositifs de communication internes à l'entreprise, il faut aussi considérer des unités plus larges, par exemple la journée de travail.

Activités de contrôle du trafic (par exemple : [17] ; [22] ; [12] ; [53] ; [54] ; [8]).

Dans le contrôle aérien ([17], [22]), par exemple, l'unité significative du cours d'action qu'il est vital de connaître pour la conception d'ensemble de l'interface et de la formation est le suivi d'une configuration d'avions dans un secteur de contrôle, c'est-à-dire d'un ensemble d'avions entretenant différentes relations de solidarité et de conflit (souvent réduite à un conflit entre deux avions, ou à un seul avion, sur le fond du trafic en cours). Ces suivis d'une configuration d'avions pouvant durer de dix à vingt minutes et se recoupant les uns les autres, la période minimale de recueil de données d'observation et d'enregistrement à analyser peut être d'une demi-heure à une heure, encadrée par deux autres demi-heures qui permettent de savoir sur quel fond se déroule le trafic durant la demi-heure ou l'heure considérée.

Récupération collective de pannes ou de chaînes d'incidents : (par exemple : [18] ; [19] ; [55]).

Si l'on vise la connaissance des cours d'action de diagnostic et traitement de pannes ou de chaînes d'incidents, afin de concevoir une situation d'aide à ce diagnostic et à ce traitement, il faut bien sûr recueillir des données durant l'ensemble du diagnostic et du traitement, encadrées par des données qui permettent de préciser leur contexte plus large. Comme ces pannes et incidents arrivent inopinément (sauf expérimentation en situation naturelle concernant des pannes ou incidents suffisamment bénins pour être provoqués, voir [24]), l'observateur est condamné à passer un temps important à "attendre la panne", ce qui nécessite du courage de sa part et une complicité importante de la part des opérateurs. Remarquons à ce propos que de nombreuses expérimentations en situations de simulation peu réalistes sont souvent justifiées en psychologie du travail classique par l'importance de ce temps d'attente. Dans le cas du contrôle accidentel de réacteur nucléaire ([19], [55]), comme aussi dans le cas du contrôle du trafic aérien déjà présenté plus haut, il est et a été possible - et même, dans le premier cas, nécessaire - d'étudier des situations simulées sur des « full scope simulators ».

Activités à horizon large : (par exemple : [20] ; [14])

Les actions et communications du vigneron [20] ont des horizons très variables, depuis la réalisation d'une tâche discrète jusqu'à l'année culturale (sinon plusieurs années culturales pour certaines actions de recherche-développement), en passant par des contextes saisonniers. Si l'on vise une amélioration globale de la maîtrise technique des nouveautés culturales par le vigneron (par exemple, par l'amélioration de la documentation et du rôle des techniciens agricoles), il faut que les périodes de recueil de données épousent ces différents horizons. D'où, dans cette étude, un recueil de données étalé sur toute une année, avec des observations des cours d'action (combinés avec des verbalisations interruptives), le remplissage par les vignerons de budgets-temps et leur commentaire par téléphone avec l'observateur durant des périodes de trois

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

semaines, et plus généralement l'appel aux méthodes de l'anthropologie de terrain. L'étude des activités de contrôle domestique d'énergie dans le cadre d'un projet de conception d'interfaces multi-accès de contrôle [14], se ramène à ce premier cas, mais pour des périodes plus restreintes.

Apprentissage : (par exemple : [64] ; [65] ; [23] ; [47])

Si l'on veut connaître les transformations du cours d'action au fur et à mesure d'un processus d'apprentissage, et disposer ainsi d'une base pour améliorer les conditions de cet apprentissage, le recueil de données doit se faire, comme dans la première recherche, par périodes étalées sur toute la durée de l'apprentissage, et en évitant des méthodes de verbalisation provoquées qui modifieraient le cours d'apprentissage [64]. Par contre, si l'on s'intéresse seulement à ce qui se passe dans une session de formation, comme dans [65] et [23], l'unité est la session et l'autoconfrontation peut être pratiquée. Enfin, comme dans [47], on a pu développer des expérimentations en situation, où l'on concentre le cours d'apprentissage sur plusieurs déplacements successifs du même voyageur-complice.

Activités de formation, de tutorat et d'entraînement sportif : (par exemple : [38] ; [39] ; [35])

Ces cas sont semblables aux précédents, mais l'autoconfrontation est permise ([38], [39]), sauf – ou avec des précautions particulières – si les formateurs sont eux-mêmes en formation [35].

Autres principes généraux

Cependant, si l'on en restait à ce premier principe général concernant la durée et l'articulation des périodes de recueil de données et à l'ensemble articulé minimal de périodes de recueil de données qu'il permet de définir, on ne pourrait pas prendre en compte la variété des acteurs et des situations. Pour assurer un degré suffisant de généralité de l'analyse, il faut considérer le plus possible de ces ensembles articulés, avec des acteurs et des situations représentatifs de la variété des acteurs et situations. Le minimum, c'est deux, afin de ne pas risquer inévitablement de prendre un cas particulier pour un cas général, et de pouvoir formuler des hypothèses sur les invariants et facteurs de variation. Mais, ce n'est évidemment pas assez. On est ainsi conduit à ajouter un principe complémentaire au premier, un **principe général de généralité de l'analyse**. Sa mise en oeuvre dépend d'hypothèses préalables sur la variété des acteurs et des situations. Elle dépend beaucoup plus que la mise en oeuvre du premier principe, des objectifs particuliers de l'étude. Elle dépend aussi des contraintes temporelles de cette étude. Enfin, on joint à ces principes un **principe général d'arrêt de l'étude**, compte tenu des objectifs de l'étude et des outils théoriques et méthodologiques disponibles, lorsque le gain marginal de nouvelles découvertes empiriques intéressantes pour la connaissance et/ou la conception apporté par de nouvelles données tend vers zéro.

3. LE PRIMAT DE L'INTRINSÈQUE DANS L'ANALYSE

La description systématique, en termes abstraits traduisant des invariants structurels hypothétiques, de protocoles verbaux est effectuée par Newell & Simon sous la forme d'un « Problem Behaviour Graph ». Un tel graphe constitue « une représentation du comportement de sujets résolvant un problème en laboratoire » qui « will retain the full information about the dynamics of search, including repetitions » ([25], p. 173). Une exigence de leur démarche est celle de partir d'une « description of the task-environment by the experimenter », permettant à ce dernier, en ajoutant diverses considérations issues de la psychologie expérimentale, « to construct a hypothetical problem space that is objective only in the sense that all of the representations that human subjects in fact use for handling the problem can be imbedded as specializations of this larger space » (idem, p. 64). Les auteurs pointent eux-mêmes une difficulté de cette démarche : « the requirement can be satisfied approximately by studying situations where the complexity is great relative to the time available to subjects for analyzing it. Then, the experimenter, even if he is no more intelligent than his subjects, can meet the requirement by devoting much more time to the analysis of the situation than is available to any subject (or alternatively, by withholding from them some of the information that is available to

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

him about the structure of the environment). In the studies in this book ("Human Problem Solving"), we conform reasonably with this strategy for two of our tasks, cryptarithmic and elementary logic, but fall short with the third, chess. We are, in fact, somewhat handicapped in studying the behavior of masters and grandmasters in chess, since we cannot attain a better understanding of the task environment than such subjects »(ibidem).

Or, justement, du point de vue de l'analyse du cours-d'action, une situation de travail - ou plus généralement de pratique - pose le même problème : l'opérateur a sur l'analyste qui ne fait que passer - même si c'est quelques mois - l'avantage du temps et du savoir pratique. Concernant le travail, une telle démarche d'analyse ne pourrait être raisonnable que si l'on pouvait considérer a priori que les informations obtenues dans un temps limité auprès des ingénieurs, des cadres hiérarchiques et des opérateurs incluent l'ensemble de celles qui sont utilisées par l'opérateur dans la période de son travail qui est étudiée. D'où le développement d'une autre méthode d'analyse qui prend pour point de départ l'activité de l'opérateur et non pas une « structure de la tâche » a priori.

Le principe du primat de l'intrinsèque est un principe d'analyse. Il ne fait l'hypothèse d'aucune sorte de hiérarchie causale. Il institue plutôt un détour par la description du cours d'expérience dans la recherche des « causes » ressortant de l'état de l'acteur, de sa situation et de sa culture. Il concerne seulement l'analyse et non pas l'ensemble de la méthodologie. En particulier, il ne dit pas qu'il faudrait connaître le cours d'expérience avant de recueillir des données sur l'état de l'acteur, sa situation et sa culture. Nous avons vu plus haut que l'enquête ethnographique, qui concerne au premier chef la culture partagée entre les acteurs, était au centre de l'étude préalable. À celle-ci peut être ajoutée une connaissance préalable des caractéristiques de toutes sortes des acteurs et des caractéristiques techniques des situations, et en particulier des tâches prescrites ou souhaitées. Cependant, on ne saurait trop recommander comme exercice d'ascèse spirituelle aux personnes habituées à la démarche à la Newell & Simon de ne développer leur connaissance des caractéristiques techniques des situations, et en particulier des tâches qu'après avoir avancé sur les autres connaissances et le cours d'expérience lui-même.

Ce principe du primat de l'intrinsèque dans l'analyse entretient une relation avec ce que le philosophe du 20^{ième} siècle Edmund Husserl a appelé la « mise en suspens provisoire » de tous les savoirs constitués - scientifiques ou de sens commun - et de tous les intérêts pratiques, afin de considérer de la façon la plus libre et la plus ouverte possible le système technico-organisationnel considéré, ainsi que sa situation d'observation et d'analyse. En quoi consiste plus précisément cette mise en suspens provisoire en ce qui concerne l'analyse du cours-d'action ? Tout d'abord, je pense qu'il faut émettre provisoirement un doute systématique sur la possibilité de transférer directement à l'analyse du travail les résultats scientifiques qui ont été obtenus en considérant des situations autres que les situations de travail considérées, par exemple des situations de laboratoire ou des situations d'interview hors situation de travail, ou en considérant des aspects séparés de l'activité de travail, par exemple la résolution de problème seule ou la perception seule. De plus, afin d'ouvrir au maximum le champ de l'analyse et de contraindre au minimum cette analyse par l'idéologie spontanée de l'analyste, je pense qu'il faut - provisoirement, faut-il encore ajouter ? - mettre en suspens ses intérêts pratiques, même les plus louables (en particulier l'intérêt ergonomique !). Ensuite, je considère qu'il est impossible de se cantonner dans l'analyse du travail au point de vue de l'observateur si l'on veut expliquer l'activité de travail et donc contribuer d'une façon fondée scientifiquement des transformations des situations de travail. Enfin, je pense qu'il ne faut pas tenir pour acquises les notions de sens commun que sont les notions d'"intention", de "but", "sous-but", "tâche", "sous-tâche", "raisonnement", "planification", "action", etc... Ce faisant, je ne dis évidemment pas que ces savoirs scientifiques constitués, ces intérêts pratiques, ce point de vue de l'observateur et ces notions de sens commun n'ont pas d'intérêt, mais que l'intérêt de toute une partie d'entre eux peut et doit être jugé à partir de la pure considération de l'activité de travail. Je pars donc effectivement d'un point de vue très proche de celui de la réduction phénoménologique, mise en oeuvre de façon diverse à la suite de Husserl par l'ensemble du courant philosophique phénoménologique. Husserl a en effet toujours précisé que les savoirs constitués, les intérêts pratiques, le point de vue de l'observateur et le sens commun n'étaient pas contestés par la réduction phénoménologique, mais seulement provisoirement mis entre parenthèses, afin, en particulier de les développer selon de nouvelles voies. Cette mise en suspens provisoire peut faire appel - notez le bien - à deux béquilles symétriques : la contrainte pratique - la « demande » - contribue à la mise en suspens des savoirs scientifiques constitués ; la contrainte scientifico-universitaire - la

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

nécessité à la fois de découvrir du neuf et de consulter exhaustivement la littérature pouvant être mise en relation avec la situation de travail considérée - contribue à la mise en suspens des intérêts pratiques et du sens commun. Cette mise en suspens provisoire amène aussi à considérer soigneusement la situation d'analyse du travail : la relation dans l'espace de travail entre un (ou des) acteur(s), qui non seulement opère(nt) mais aussi possède(nt) un point de vue sur sa (leur) propre activité et peut(peuvent) exprimer ce point de vue, et un observateur, qui non seulement observe mais aussi peut questionner et est capable - dans une certaine mesure à préciser soigneusement - d'empathie. D'où une remise en cause de l'évidence du point de vue de l'observateur scientifique. Rappelons, par exemple, la situation d'analyse d'un match de boxe, telle qu'un philosophe, Jean Paul Sartre, la décrit de façon suggestive : « De fait, il y a deux manières de suivre un combat de boxe et deux seulement : le spectateur inexpérimenté choisit un favori et se place à son point de vue, c'est-à-dire qu'il le considère comme le sujet du combat, l'autre n'étant qu'un objet dangereux. Cela revient à faire de ce duel une action risquée mais solitaire et à totaliser la lutte avec un seul des combattants; les amateurs ou les spécialistes sont capables, eux, de passer successivement - et très rapidement - d'un système à l'autre, ils apprécient les coups et les parades mais, quand ils arriveraient à changer de système instantanément, ils ne totalisent pas les deux totalisations adverses. Certes, ils donnent une unité réelle au match; ils disent en sortant : "c'était un beau match, etc...". Mais cette unité s'impose du dehors à un événement » ([167], p.14). Tout le problème de l'analyste de l'activité apparaît alors comme d'une part, de posséder des notions théoriques, des principes et des méthodes permettant de décrire et de relier entre elles ces totalisations individuelles et cette totalisation du dehors, et d'autre part, de dépasser et contrôler les limites de ses capacités d'observateur empathique grâce à des outils d'enregistrement de l'activité, des méthodes d'interrogation des acteurs et des méthodes d'analyse théoriquement fondés. De ce primat de l'intrinsèque dans l'analyse découle l'importance donnée à la théorie du cours d'expérience que nous allons aborder maintenant.

4. LE COURS-D'EXPERIENCE COMME ACTIVITE-SIGNE

C'est grâce à ce retournement de la démarche de Newell & Simon opéré par le principe du primat de l'intrinsèque dans l'analyse que l'analyse du cours-d'action a été amenée à pointer et résoudre divers problèmes cruciaux de description que posent la théorie de ces auteurs : celui de la séparation entre perception-action et cognition ; celui de la perception multimodale et non-symbolique ; celui de la séparation entre anticipation et perception-action-cognition ; celui de la séparation entre émotion et anticipation-perception-action-cognition. Ces quatre problèmes de description sont liés à un problème théorique plus large, celui de la séparation entre « mind » et « body ». L'analyse du cours-d'action considère tous les phénomènes d'interprétation, de raisonnement, de perception, d'action, d'anticipation, d'émotion comme des phénomènes corporels et les décrit de façon symbolique à un niveau que nous préciserons ci-dessous.

La description des protocoles de données de cours-d'expérience recueillis met en œuvre - et modifie plus ou moins profondément en cas d'échec - un modèle générique de l'expérience humaine, baptisé « cadre sémio-logique », ou « activité-signé » (notion inspirée du philosophe, mathématicien et savant C.S. Peirce qui parlait de « thought-sign »), ressortant d'une « phanéroscopie » (autre notion de C.S. Peirce). En effet, la notion centrale de la description du cours d'expérience que nous avons proposée est une notion de signe, qualifiée d'hexadique du fait qu'elle comporte six composantes essentielles. Cette notion relie dans une structure relationnelle précise des composantes qui sont supposées résumer des processus concaténés en jeu dans une unité de cours d'expérience, c'est-à-dire dans une unité d'activité significative pour l'acteur considéré, quel que soit son empan temporel (en cela, on peut la qualifier de fractale). Elle est en rupture, comme la sémiotique théorique Peircéenne dont elle s'est inspirée moyennant des transformations notables, avec la conception Saussurienne signifiant / signifié dyadique du signe qui préside à la fois à la psychologie cognitiviste et à la sémiotique structuraliste.

Qu'une notion de signe préside à l'analyse de l'activité humaine, même limitée au cours d'expérience, cela n'a pas de quoi surprendre si l'on se souvient de quelques faits de l'histoire de la psychologie et de la sémiologie : la notion de signe triadique de Peirce était déjà de cette sorte, en ce qu'elle concernait très exactement la sémosis, la dynamique des signes comme

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

activité humaine ; la notion de signe dyadique de Saussure avait déjà été interprétée avec profit comme concaténation de processus psychologiques (processus de production du signifiant / processus de production du signifié ou concept) ; L. Vygotsky avait esquissé une tentative de traitement de l'activité humaine en termes de signes qui est restée célèbre, alors même qu'elle a été peu féconde empiriquement. Cependant, la construction de la notion de signe hexadique ne s'est pas limitée à l'apport de ces auteurs. Elle s'est faite à travers des apports conceptuels et épistémologiques issus de disciplines diverses et variées : la biologie théorique, l'anthropologie culturelle & cognitive, l'ethnométhodologie et l'analyse conversationnelle, la pragmatique linguistique, la psychologie, la psycho-phénoménologie, la sémiotique théorique et la sémantique théoriques, la sémiotique des textes, la « logique naturelle », la Phénoménologie, etc... De plus, ces divers apports ont été intégrés dans un ensemble cohérent et ne sont pas sortis indemnes de cette intégration. D'où un vocabulaire conceptuel qui témoigne de nombreux emprunts plus ou moins fidèles, mais aussi des néologismes afin, d'une part d' « incarner » le signe, d'autre part de ne pas engendrer la confusion.

La notion de **signe hexadique** a connu une première version en 1997. Elle a remplacé celle de « signe tétradique », inaugurée en 1986 et qui a connu plusieurs perfectionnements au fur et à mesure des recherches empiriques et des réflexions théoriques. La dernière version du signe tétradique apparaît rétrospectivement comme une simplification utile pour l'application du signe hexadique. La notion de signe hexadique décrit le processus de construction d'une unité du cours d'expérience, ou **construction locale** du cours d'expérience (cette unité peut être plus ou moins large, pourvu qu'elle soit significative pour l'acteur, mais plus elle est élémentaire, plus sa description en ces termes est heuristiquement féconde, si du moins elle repose sur des données suffisantes), relie entre elles six composantes essentielles - qui correspondent aussi à des processus - et les construit en faisant appel à des notions métamathématiques de relations que nous prendrons ici pour acquis (voir [49]) : relation monadique, relation dyadique, relation triadique décomposable et indécomposable ; relation de pensée, relation réelle qui donne lieu, contrairement à la relation de pensée, à interaction entre les éléments reliés. Ces composantes sont les suivantes :

- **E : Engagement dans la situation** = principe d'équilibration globale des interactions de l'acteur avec sa situation à un instant donné = clôture globale des possibles pour l'acteur à cet instant découlant de son cours d'action passé ;

- **A : Actualité potentielle** = les attentes variées de l'acteur relatives à sa situation dynamique à un instant donné = ce qui, compte tenu de **E**, est attendu (de façon plus ou moins déterminée, passive ou active) par l'acteur dans sa situation dynamique à un instant donné, à la suite de son cours d'action passé ;

- **S : Référentiel** = les types, relations entre types et principes d'interprétation appartenant à la culture de l'acteur qu'il peut mobiliser compte tenu de **E** et **A** à un instant donné ;

- **R : Représentamen** = ce qui, à un instant donné, fait effectivement signe pour l'acteur (« externe », perceptif, ou « interne », proprioceptif et mnémonique). **R** spécifie **A** en **a/A**, c'est-à-dire en **a** sur fond de **A** ;

- **t*R : R assimilé** = un élément intermédiaire (qu'on peut compter ou non comme septième élément) constitué par l'assimilation **t*R** de **R** par un type **t** appartenant à **S**. C'est une relation dyadique réelle entre **R** et **S** (à la différence avec la relation dyadique réelle entre **R** et **E** ou **A**, **S** ne participe pas à la construction de **R**), d'où spécification de **S** en **s/S** et transformation de **R** en **t*R**

- **U : Unité de cours d'expérience** = fraction d'activité préreflexive. Elle opère une transformation de **E** et **A** et une spécification de **s/S** en **tt/s/S**, c'est-à-dire en une relation entre types **tt** sur fond de **s** sur fond de **S**. Entre **R** ou plutôt **R** assimilé (**t*R**), **U** et (**E - A - s/S**), il y a relation triadique décomposable en deux relations dyadiques réelles au sens où **U**, d'une part dépend de **t*R** et à la fois le développe et l'absorbe, d'autre part dépend de (**E - A - s/S**) et les transforme ;

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

- **I : Interprétant** = construction, extension du domaine et/ou de la généralité de types et relations entre types à travers la production de **U**, et achèvement de la transformation de **E, A, S**, en **E', A', S'**, qui traduit l'idée selon laquelle l'activité humaine s'accompagne toujours de quelque apprentissage (ou découverte) situé(e).

Une caractéristique théorique fondamentale de ces notions est qu'elles sont construites les unes sur les autres. Par exemple, la notion de **U** suppose toutes les notions la précédant dans la liste ci-dessus, ainsi que les transformations réalisées au fur et à mesure. Une caractéristique méthodologique est que ces notions peuvent être représentées graphiquement, ce qui permet la construction de graphes de concaténation de signes hexadiques partant chacun d'un état de préparation (**E, A, S**) produit par le signe précédent et amenant l'état de préparation (**E', A', S'**) du signe suivant. De tels graphes constituent, moyennant un changement radical de paradigme, le pendant des graphes de résolution de problème construits en termes plus simples d'états d'information et d'opérateurs de traitement de l'information par Newell & Simon (1972).

En ce qui concerne toutes ces notions et l'ensemble des hypothèses théoriques non triviales qu'elles traduisent et qui précisent les caractéristiques essentielles de l'activité humaine énoncées plus haut, je me contenterai de renvoyer le lecteur aux textes publiés (voir par exemple, [49]). Par contre, il me semble nécessaire d'insister sur la caractéristique de la démarche qu'elles traduisent : une « littéralisation » du cours-d'expérience, c'est-à-dire l'engendrement de conséquences empiriques hypothétiques à partir de la manipulation de symboles auxquels on a attribué un contenu en relation avec leur objet théorique. Une telle démarche s'oppose à une démarche purement inductive. Cette caractéristique de littéralisation des notions et hypothèses est renforcée par la dépendance de la construction du signe hexadique relativement à une construction catégorielle plus générale. En effet, les composantes du signe hexadique ressortent respectivement de six (sept) catégories générales, présentées dans le même ordre et notées respectivement 1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 3.1*2.2, 3.2, 3.3, afin d'insister sur leur caractère formel. Ces dernières sont inspirées, moyennant un renouvellement de leur construction et de leur interprétation, des six catégories proposées par C.S. Peirce dans l'un de ses derniers essais concernant les catégories ("A guess at the riddle") et qui constituent le noyau de ce qu'il appelait « phaneroscopy » (« examen du phénomène ») afin de montrer à la fois sa proximité et sa distance relativement à la Phénoménologie (« discours théorique sur le phénomène ») du philosophe E. Husserl. Peirce pensait ses six catégories comme constituant des catégories descriptives de tout phénomène possible. Sans préciser plus avant les catégories générales que nous proposons, disons seulement qu'elles sont par construction des **catégories descriptives de tout phénomène d'interaction entre un système autonome quel qu'il soit et son environnement**, qu'il soit possible ou non de parler d'expérience de ce phénomène pour le système autonome considéré. L'intérêt pour l'analyse du cours d'expérience de ces catégories tient aussi à ce que, moyennant des hypothèses supplémentaires dont certaines se sont déjà avérées fécondes, les différentes composantes du signe hexadique peuvent être catégorisées à leur tour selon le même schéma de construction (que nous ne pouvons présenter ici). Par exemple, une unité de cours d'action **U** peut être une **ouverture** (reprise, introduction ou transformation d'un ouvert² de l'acteur dans la situation), une multiplicité de **sentiments** (émotions significatives pour l'acteur), un **tourbillon interprétatif**, une **détermination** (d'un élément objet d'attention), une **inférence**, une **action** (qui peut être une **action usuelle**, une **action sur soi-même**, une **action de recherche d'information** ou une **action de communication**) ou un **argument** (ou **construction symbolique** de nouveaux types ou relations entre types). De même que chaque composante du signe hexadique suppose et intègre dans sa construction les composantes qui la précèdent dans la liste, chaque catégorie de chacune de ces composantes suppose et inclut implicitement dans sa construction les catégories qui la précèdent dans la liste. Cependant, la définition des diverses sous-catégories des composantes du signe hexadique qui composent le tableau actuel de ces sous-catégories n'est pas stabilisée. A fortiori, leur validation empirique et l'épreuve de leur fécondité heuristique sont inégalement développées.

Donnons, pour illustrer cette notion de signe, un exemple de détermination des composantes du signe hexadique à partir des données, qui est issu de l'analyse des cours d'expérience des contrôleurs du trafic ferroviaire [8].

² Nous préciserons cette notion d'ouvert dans la section suivante.

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

Il s'agit de la situation où le contrôleur du poste 2 (CCF P2) demande au contrôleur du poste 5 (CCF P5) comment transférer le train n° 147 entre leurs postes de contrôle respectifs. Le contrôleur du poste 5 informe son confrère qu'un contremaître devra occuper la voie nord et, ensuite, la voie sud, mais qu'il ignore quand la voie nord sera libre. Les deux CCF discutent de la situation et repoussent à plus tard la décision concernant le transfert du train n° 147. De plus, mentionnons que le CCF du poste 5 est contrarié par un aiguilleur qu'il ne peut pas rejoindre et dont il a besoin pour diriger le train n° 310 qui approche de son territoire.

	<i>CCF P5 : Oui Antoine ?</i>
	<i>CCF P2 : XXX</i>
Unité 1 –	<i>CCF P5 : Oui. T'ôt à l'heure, j'vais perdre... bien là, en arrière du 21, ils vont sortir les machines sur la nord à Saint-Hilaire.</i>
	<i>CCF P2 : O.K.</i>
	<i>CCF P5 : Ils vont voyager jusqu'à Beloeil Est avec ça, pis ils vont descendre sur la voie sud, pis ils vont changer un long rail sur la voie sud aujourd'hui.</i>
	<i>CCF-P2 : O.K. Fait qu'on perd, euh... X un bout XXX</i>
Unité 2 –	<i>CCF-P5 : Tu vas perdre... bien la nord va revenir au moment où on va perdre la sud. Fait qu'on va... tous passer par la voie nord aujourd'hui. Mais là, à partir de quelle heure, je ne suis pas sûr!</i>
	<i>CCF-P2 : O.K. Bien, tu me le diras.</i>
Unité 3	<i>CCF-P5 : O.K. Pour le moment, là, attends avant d'aligner le 147, par exemple</i>
	<i>CCF-P2 : Oui, O.K. Pas de presse.</i>
Unité 4 –	<i>CCF-P5 : Euh... bien [rire] non, il n'y a pas de presse encore, mais, euh...</i>
	<i>CCF-P2 : Non, il n'y a pas de presse encore, il n'est pas là, pis, euh... même si tes gars... vois-tu, ils voyagent... ils vont jusqu'à Beloeil, au pire aller, ils peuvent se ramener jusqu'à Beloeil. On va les attendre là.</i>
Unité 5 –	<i>CCF-P5 : Euh... c'est parce que ce serait peut-être la voie sud... euh, la voie... euh... oui, bien oui, oui, oui.</i>

Considérons l'unité du cours-d'expérience n° 3 : « *O.K. Pour le moment, là, attends avant d'aligner le 147, par exemple* ». Contrairement à l'ordre logique selon lequel les composantes du signe hexadique ont été présentées à la section précédente, nous suivrons, ici, l'ordre selon lequel il est possible de les documenter.

U correspond à la communication verbale produite par le CCF du poste 5 lorsqu'il répond à la question de son confrère et à la perception de la bonne réception de cette communication. On voit que, dans cette étude, on a choisi de ne pas considérer l'unité de cours d'expérience la plus petite possible.

R comprend à la fois la question de son confrère à propos du transfert du train n° 147 et le rappel du caractère imprévisible du lieu où le contremaître sera lorsque le train arrivera sur son territoire. Afin de documenter **R**, nous nous sommes servis de ses verbalisations en situation d'autoconfrontation. Le CCF y explique en effet que : « [...] *notre train approchait, lui. Alors, où on était pour envoyer notre train était dépendant bien gros de qu'est-ce que lui était pour faire ; parce que je veux qu'il travaille, ce gars-là.* »

Si la détermination de **E** est ici triviale (il suffit de dire que **E** est de la catégorie « engagement pratique »), celle de **A**, et en particulier des ouverts qui sont à la base des attentes du contrôleur, est essentielle pour la conception. Les ouverts documentés sont : l'approche du train n° 310 qui doit prendre un aiguillage de liaison ; l'aiguilleur qui ne répond pas aux appels radiotéléphoniques du CCF ; l'occupation de la voie par le contremaître Després. Leur documentation vient, d'une part, de l'analyse du cours d'action qui précède ce moment particulier et, d'autre part, des verbalisations du CCF en situation d'autoconfrontation. Nous savons, grâce à l'analyse du cours d'action passé, que le train n° 310 approche de son territoire et qu'il devra effectuer un aiguillage de liaison à commande manuelle. C'est pourquoi le CCF tente de contacter l'aiguilleur. De plus, nous savons que le contremaître Després a informé le CCF qu'il occupera la voie dans la zone de la station Beloeil. Nous savons aussi qu'il circulera d'abord sur la voie nord afin d'aller chercher son équipement à Saint-Hilaire et qu'ensuite, il ira sur la voie sud afin de changer un rail. De plus, en situation d'autoconfrontation, le CCF nous parle, entre autres, de la difficulté qu'il éprouve à contacter l'aiguilleur ; il avoue que cela le rend nerveux : « *Regarde s'il [l'aiguilleur] me rend nerveux à part de ça* » (annexe C). Regardons maintenant les attentes qui découlent des préoccupations du CCF.

Si nous ne pouvons prétendre avoir accès à l'ensemble des attentes actives et passives de l'acteur, nous pouvons dégager les suivantes : Les trains n°s 147 et 310 arriveront d'ici peu sur son territoire ; Le contremaître Després circulera sur la voie nord et, ensuite, travaillera sur celle du sud ; Émettre un permis de circulation au train n° 310 si l'aiguilleur ne se manifeste pas. Ces

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

attentes sont documentés de deux façons : par les verbalisations du CCF et par une confrontation de ses verbalisations aux attentes et aux préoccupations des unités de cours d'action précédant l'unité considéré. À titre d'exemple, prenons la situation d'autoconfrontation où le CCF dit : « *Il va falloir que je lui [au train n° 310] donne des permissions, pis des avertissements sur les aiguilles pour qu'il change de voie.* » Dans ce cas, nous savons que le CCF se prépare à émettre une autorisation pour faire circuler le train n° 310 s'il ne réussit pas à contacter l'aiguilleur. Dans un deuxième temps, les attentes inférées à l'aide des verbalisations seront confrontées telles qu'explicitées précédemment.

Si nous n'avons pas cherché à décrire **S** à chaque instant, nous avons cherché à décrire **s**, c'est-à-dire des types et des relations entre types mobilisés par l'acteur en relation avec **R**. On peut, du moins grossièrement, en déduire **S** moyennant une sommation. Lorsque le CCF produit l'unité d'interaction n°3, nous inférons à partir des verbalisations en situation d'autoconfrontation que le CCF sait qu'il ne doit pas diriger un train sur une voie pour le transférer avant d'être certain que la voie en question sera bel et bien disponible : « [...] *je lui dis d'attendre avant d'aligner le 147, parce que là, Després [...] y était pas transféré / son équipement sortait d'ici [entre Bruno JCT et Douville]. [...] Pis, à un moment donné, y fallait qu'il fasse trois ou quatre miles par là, pour prendre la liaison, pour aller sur cette voie-ci. Mais tout ça, c'était pas fait encore. Mais notre train approchait, lui. Alors, où on était pour envoyer notre train était dépendant bien gros de qu'est-ce que lui [le contremaître Després] était pour faire.* » Nous avons documenté ainsi les éléments de **s** par inférence à l'aide des verbalisations du CCF et de notre connaissance préalable de l'activité. Par la suite, les types et les relations entre types ainsi nommés ont été validés en partie par les CCF.

I est ici trivial. C'est le simple renforcement des savoirs pratiques antérieurs du contrôleur sans apport nouveau, même potentiel.

Une telle analyse permet de construire un graphe de concaténation de signes hexadiques. Mais, l'intérêt de la notion de signe hexadique ne s'arrête pas là. Elle constitue, plus généralement, une matrice de questions à poser concernant toute unité significative du cours d'action. En ce qui concerne la conception, l'intérêt direct de cette analyse en signes hexadiques – et, plus largement, de l'utilisation de la notion de signe hexadique comme simple aide au questionnement – est de préciser des aspects transversaux des cours d'expérience considérés à prendre en compte dans la définition des interfaces, de l'espace et des outils de communication, de la formation des divers acteurs, comme le montre par exemple [8], l'étude la plus récente qui a été effectuée dans un processus de conception.

5. LE COURS-D'EXPERIENCE COMME FAISCEAU DE STRUCTURES SIGNIFICATIVES LIÉ À LA STRUCTURE DE L'ANTICIPATION À L'INSTANT **t**

La notion de **structure significative** a une histoire qui remonte jusqu'en 1979. Son élaboration était partie alors, d'une part de travaux en sémiotique et grammaire des textes, d'autre part d'une difficulté repérée dans [25] : une description systématique des protocoles instant par instant (description locale), à laquelle était jointe une notion d' « épisode de résolution de problème » (description globale), présentée par les auteurs comme a-théorique, comme purement méthodologique, et qui pourtant participait de façon non négligeable à la description et à l'explication données par les auteurs.

Le cadre sémio-logique dans son ensemble peut se résumer dans la formule : **concaténation de signes hexadiques = processus conduisant à un ensemble de structures significatives**, avec rétroaction à chaque instant entre cet ensemble et les processus qui y conduisent. Ces structures significatives traduisent des continuités de création, transformation et fermeture des **ouverts** o_i , c'est-à-dire de ce qui constitue la base de l'Actualité potentielle **A**, c'est-à-dire de la structure d'anticipation à chaque instant. Réciproquement, la détermination de ces structures significatives renseigne sur **A**.

Afin de préciser cette notion d'**ouvert**, considérons les activités de contrôle accidentel de réacteur nucléaire sur un simulateur pleine échelle. Une propriété du cours-d'action de chaque agent, c'est son ouverture sur un avenir plus ou moins indéterminé. Une action élémentaire peut s'achever d'avoir été accomplie : ainsi, pour prendre l'exemple le plus simple, l'agent téléphone,

trouve la bonne personne, délivre son message : " vous êtes attendu en salle de commande ". Dans ce premier cas, une fois le téléphone reposé, l'action a été accomplie et terminée. En revanche, si l'agent téléphone et ne trouve pas son correspondant, il laisse un message demandant d'être rappelé. Dans ce second cas, au moment où il repose le téléphone il a créé un ouvert, c'est-à-dire une action qui n'est pas achevée, qui reste ouverte sur une fin à venir. Il peut en être de même dans le premier cas si l'attente de la personne considérée s'accompagne d'autres attentes, par exemple celle de sa mise au courant de la situation.

En fait, cette notion d'ouvert est très générale. Sa pertinence va bien au-delà de tels cas. Dès que l'essai commence, un ouvert se crée pour chaque opérateur : la réalisation d'une conduite dans une situation normale qui va devenir accidentelle, d'une façon ou d'une autre. Dès qu'un opérateur quelconque s'engage dans le suivi / interprétation situé d'une consigne, un ouvert se crée : le suivi / interprétation situé de cette consigne, et ce jusqu'à ce qu'il l'ait menée à bien ou jusqu'à ce que l'évolution du process l'amène à changer de consigne..

Ces ouverts, notés o , donc les structures significatives qui traduisent leur continuité de création, transformation et fermeture, entretiennent diverses relations entre eux. Tout d'abord, pour un signe hexadique donné, le Représentamen R amène à la fois la **sélection d'un o** et la **subordination à o d'un o_R** , ouvert de l'extinction de la perturbation R , et U transforme, dans A , o en o' (et éventuellement un ouvert o'_R si l'ouvert o_R n'est pas éteint par U). Selon que o sélectionné à l'instant t est ou non identique à l'ouvert o' issu du signe précédent à l'instant $t-1$, il y a **continuité ou discontinuité temporelle**.

Ensuite, entre les ouverts o_i et o_j sélectionnées par les Représentamens de deux signes différents, il peut y avoir, du point de vue de l'acteur :

- **relation dyadique diachronique ou sérielle** : les ouverts o_i et o_j ($t_i > t_j$) sont, du point de vue de l'acteur à l'instant t_j considéré, les mêmes aux déterminations apportées par le cours d'expérience entre l'instant t_i et l'instant t_j près.

- **relation dyadique synchronique de subordination** (valable pour un intervalle de temps donné) : o_i est subordonnée à o_j si, du point de vue de l'acteur dans cet intervalle de temps, l'extinction de o_i concourt à celle de o_j .

- **relation triadique synchronique contextuelle** relativement à un ouvert donnée (valable pour un intervalle de temps donné) : pour l'acteur, les ouverts o_i et o_j sont indépendantes mais toutes deux subordonnées à un ouvert o_k . En définitive, tous les ouverts à un instant donné sont en relation triadique synchronique relativement à l'engagement dans la situation E .

Ces trois sortes de relations sont premières. D'autres en sont des spécifications que nous ne précisons pas ici. Toutes ces relations peuvent se croiser, donc ne pas produire obligatoirement des arbres, mais éventuellement des arbres qui rhizomatisent et des rhizomes qui arborescent. Rappelons que, par définition, dans un rhizome maximal, tout nœud peut être en relation avec tous les autres. Ces relations construisent différentes sortes de **structures significatives fondamentales** que nous ne pouvons préciser ici : suites séquentielles, planifiées, prospectives ou rétrospectives, suites sérielles, suites synchroniques de subordination, suites synchroniques contextuelles, séquences, macro-séquences, séries, synchrones, etc... L'analyse en structures significatives d'un cours d'expérience particulier, comme l'analyse en signe hexadiques, donne lieu à une représentation sous forme de graphe. De tels graphes traduisent la séquentialité, le parallélisme et l'enchâssement des structures significatives. Par construction, les descriptions effectuées en termes de signes hexadiques et en termes de structures significatives sont duales.

L'intérêt pour la conception de la détermination de ces structures significatives, c'est que leur comparaison permet de dégager des **structures archétypes** qui fournissent autant de scénarios pour la conception. Ainsi, l'analyse des cours d'expérience des contrôleurs du trafic ferroviaire déjà citée [8] a permis de dégager les séries archétypes suivantes : organiser et coordonner la circulation des trains, des locomotives et des véhicules d'entretien ; coopérer au transfert des trains entre les territoires ; répondre aux demandes d'occupation de la voie. Pour chacune de ces séries archétypes, elle a aussi permis de dégager les séquences ou macro-séquences archétypes complémentaires ou alternatives qui les composent.

6. L'ARTICULATION COLLECTIVE DES COURS D'ACTION

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

Un autre problème théorique et descriptif concerne la relation entre les cognitions individuelles et la cognition collective. En effet, « Human Problem Solving », du fait de ses postulats théoriques, se propose d'étudier le « système humain de traitement de l'information ». D'où une démarche scientifique qui sépare l'individu de ses semblables. C'est pourquoi cette démarche scientifique et son prolongement dans la « cognitive task analysis » ont pu être qualifiés de « methodological individualism ».

Comme, les activités de travail – et plus généralement de pratique – comportent par nature un aspect collectif, plusieurs solutions ont été tentées. La première, majoritaire et paresseuse, a été de considérer que l'activité collective constituait un niveau, certes supérieur à celui de l'activité individuelle mais de même structure. La seconde a été de considérer que l'activité individuelle ne pouvait être décrite et expliquée qu'en passant par la description et l'explication de l'activité collective. C'est celle des démarches d'inspiration ethnométhodologique (par exemple, [15], pour considérer, parmi les nombreuses recherches de cette sorte, l'une de celles qui ont contribué à nos propres études concernant le contrôle du trafic) et des analyses en termes de « socially distributed cognition » [16] que l'on peut qualifier de « methodological collectivism ».

L'analyse du cours-d'action suit une voie moyenne entre « methodological individualism » and « methodological collectivism », qu'on pourrait qualifier de « situationnisme méthodologique », et ce grâce à une meilleure définition des niveaux d'analyse permise par le paradigme des systèmes vivants et la considération à la fois de la coopération et de l'antagonisme entre les individus.

La caractéristique d'autonomie concerne en effet, au-delà de **l'acteur** lui-même, de **l'acteur muni de ses prothèses** et des « **parties** » de cet acteur dont nous avons parlé plus haut, **un collectif d'acteurs muni de ses interfaces**. Afin de considérer cette caractéristique d'autonomie d'**un collectif d'acteurs et de ses interfaces**, c'est-à-dire, d'une part de l'étudier en tant que telle, d'autre part de tirer de cette étude des conséquences en matière de conception des situations collectives distribuées, un autre objet théorique est considéré, **l'articulation collective des cours d'action**, selon la formule : **couplages structurels individuels** (dégagés selon le principe du primat de la description du cours d'expérience) = **processus conduisant à l'articulation collective des cours d'action**, c'est-à-dire au couplage structurel entre un collectif muni de ses interfaces et son environnement matériel et social, avec rétroaction à chaque instant de cette articulation collective sur les processus qui y conduisent. Si le cours d'action est **individuel-social**, permet de considérer le collectif du point de vue d'un individu donné, l'articulation collective des cours d'actions est **sociale-individuelle**, permet de considérer le collectif en tant que tel, mais en n'oubliant pas qu'il est le produit des cours d'action. Précisons qu'un collectif n'est pas donné d'avance et qu'un même acteur peut participer en parallèle à divers collectifs plus ou moins larges et persistants.

Pendant, le paradigme constructiviste n'exclut pas a priori l'étude directe - c'est-à-dire sans passer par celle de l'activité individuelle - de l'activité collective. S'il y a autonomie des acteurs, il peut y avoir aussi autonomie des collectifs, voire des cultures. La notion de couplage structurel peut concerner aussi bien les pratiques individuelles que les pratiques collectives. Une étude de la construction collective de l'activité peut donner lieu à des objets théoriques et à des observatoires plus parcimonieux que ceux du cours d'action ou de la pensée privée, qui perdent éventuellement des phénomènes de la construction individuelle de l'activité pour gagner un accès plus facile et moins coûteux - plus parcimonieux - à sa construction collective. Comme nous l'avons montré en [50], où, pour le même fragment de données de conduite de réacteur nucléaire en situation accidentelle, nous comparons une analyse en termes de « socially distributed cognition » et une autre en termes d' « articulation collective collective des cours-d'action » limitée, en ce qui concerne l'activité observable, à la part de celle-ci qui appartient aux cours-d'expérience des différents acteurs (voir section 2), les phénomènes sacrifiés dans la première approche n'empêchent pas l'explication de certaines parties de l'activité, mais l'empêchent pour d'autres parties.

Si nous en restions là, les études interactionnistes et de cognition socialement distribuée n'apparaîtraient que comme des approches de l'articulation collective des cours d'action, voire de l'articulation collective des pensées privées, plus parcimonieuses, donc à la fois plus rapides et plus limitées, que celles qui passeraient par l'analyse des cours d'action ou des pensées privées individuels, mais qui seraient suffisantes dans certains cas et pour certains aspects des activités considérées. En fait, ces études interactionnistes et de cognition sociale

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

distribuée considèrent aussi des phénomènes relativement fins des interactions langagières et gestuelles qui à la fois échappent à ces dernières et y contribuent.

Au total, il nous semble que, dans le cadrer de l'abandon actuel de la "computer image of mind" (ou "paradigm of man as a data-processing system") au profit de la cognition comme incorporée, située, cultivée et indissolublement individuelle et collective, l'analyse du cours-d'action, les approches interactionnistes et celle de la "distributed social cognition", en conjonction avec d'autres approches que nous ne pouvons détailler ici, construisent les différentes faces de ce qu'on pourrait appeler une « anthropologie cognitive » ou une « praxeologie empirique » et la méthodologie de conception correspondante. Une partie de ces résultats et méthodes de ces approches « methodologically collectivist » peuvent certainement être intégrés dans une analyse du cours-d'action plus développée. Mais, comme une telle intégration n'est pas encore réalisée actuellement, la coopération d'une pluralité de ces approches semble constituer la meilleure voie.

Il n'est pas possible ici de donner des exemples suffisamment développés des études de l'articulation collective des cours-d'action qui ont été réalisées. Disons seulement que, dans certains cas, l'activité collective peut être considérée comme étant celle d'un acteur collectif. Cela a été le cas dans l'étude des activités de résolution de pannes d'exploitation d'ordinateurs dans une mutuelle [18], du fait que ces activités engageaient des acteurs dont la compétence était semblable face à un même écran d'ordinateur. Une telle réduction était par contre non pertinente en ce qui concerne le contrôle du trafic métropolitain qui engageait une dizaine de contrôleurs et d'aiguilleurs, de compétences et de rôles divers et munis d'interfaces informatiques en partie différentes. L'analyse de l'articulation collective des cours-d'action a essentiellement consisté à analyser en parallèle les cours d'action individuels-sociaux de deux contrôleurs et d'un contrôleur et d'un des aiguilleurs qui lui étaient associés et de dégager les relations entre les divers fragments de ceux-ci ([12], [53], [54]). En ce qui concerne la conduite accidentelle de réacteur nucléaire sur simulateur pleine échelle, on a été amené à procéder par étapes, à la fois du fait de la difficulté de l'analyse et du fait de la lourdeur des données à recueillir et analyser- et donc aussi de la difficulté à convaincre les entreprises de leur intérêt. On est passé d'une première analyse de fragments repérés comme significatifs du cours-d'action de l'opérateur réacteur [19] à une première analyse de l'articulation collective des cours-d'action du superviseur et de l'opérateur réacteur menée sur le modèle de l'étude du contrôle du trafic métropolitain, à une seconde étude plus développée concernant les mêmes acteurs avec les mêmes données [55], et une étude préparatoire d'une étude plus large concernant le superviseur, l'opérateur réacteur et l'opérateur eau-vapeur. Ces diverses analyses donnent lieu aussi à des graphes qui relient les cours d'expérience de chacun des acteurs, en termes principalement de structures significatives mais aussi secondairement en termes de signes hexadiques [50], et des éléments de la situation.

7. ANALYSE, MODÉLISATION ET FALSIFICATION

Les notions représentées dans le "Problem Behaviour Graph" sont celles d'« *information processing operator* » et de « *state of information* ». Un « *state of information* » constitue un input et/ou un output d'un « *information processing operator* ». Les « *information processing operators* » sont ensuite analysés en *productions*, c'est-à-dire en expressions de la forme "condition ---> action" composant un "*production system*". Toute l'analyse se résume ensuite en la recherche d'une traduction de l'ensemble du protocole en termes de ces productions. « The failure to find a production (or sequence) that fit a segment of protocol has various causes, ranging from lack of data to inability to construct an appropriate mechanism » ([25], p. 203). Il s'agit alors d'évaluer ces causes et, pour les échecs qui ne semblent pas dus à un manque de données, de chercher « a modification of the production system » qui aboutisse à la réussite (idem, p. 209). Le problème épistémologique de cette démarche est que la falsification par les données empiriques n'est donc susceptible de remettre en cause que la concrétisation de la théorie et pas la théorie elle-même. L'analyse du cours-d'action, au contraire, recherche aussi systématiquement la falsification de ses notions descriptives par les données, mais s'appuie tout aussi systématiquement sur cette falsification pour développer la théorie.

Cette exigence de scientificité jointe à la particularité des objets théoriques étudiés (ontologie) conduit à apporter beaucoup de soins à préciser l'épistémologie de l'étude des cours d'action et

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

de leur articulation collective, en matière d'observatoire comme nous l'avons vu dans la section 3 et en matière de modélisation comme nous allons le voir dans cette section et les deux suivantes: distinctions entre modèle empirique analytique (du cours d'expérience, du cours d'action ou de l'articulation collective des cours d'action), modèle empirique synthétique (du cours d'action ou de l'articulation collective des cours d'action) et modèle pratique synthétique, modèle synthétique de type diagramme et modèle synthétique de type simulation.

La modélisation permet, d'une part de bénéficier des gains en matière de précision, de fécondité et de validation / falsification des hypothèses que permet la littéralisation de ces dernières, d'autre part et complémentirement de contribuer à la transformation technique. Elle est prise ici au sens fort, dans lequel le modèle est inséparable d'un objet théorique, d'un traitement de données empiriques et d'une théorie.

Les modèles analytiques de cours d'expérience

Les modèles d'analyse du cours d'expérience se distribuent entre deux pôles :

- des **modèles de la construction locale** des cours d'expérience étudiés, c'est-à-dire des modèles qui rendent compte de l'organisation sous-jacente des unités significatives des cours d'action correspondants. La mise en évidence des signes sous-jacents aux différentes unités significatives constitue par hypothèse un moyen permettant de comprendre comment se construisent les unités significatives et leur enchaînement. Le signe hexadique constitue ainsi un modèle très général et abstrait - un **modèle générique** - de la construction locale des cours d'action qui, par hypothèse, est pertinent pour tout cours d'expérience possible. Ce modèle générique permet de guider l'élaboration de modèles d'analyse plus particuliers et plus concrets - de **modèles spécifiques** - de la construction locale des cours d'expérience particuliers.

- des **modèles de la construction globale** des cours d'expérience étudiés, c'est-à-dire des modèles qui rendent compte des différentes unités significatives qui composent les cours d'action correspondants, de leur concaténation, de leur agencement. Les structures significatives fondamentales dont le principe de construction a été introduit plus haut constituent un modèle très général et abstrait - un **modèle générique** - de la construction globale des cours d'expérience. Ces structures significatives fondamentales sont en effet pertinentes pour l'analyse de la construction de cours d'expérience aussi divers que ceux de documentalistes, d'administrateurs de réseaux informatiques, de vigneron, etc... Elles permettent de guider l'élaboration de modèles d'analyse plus particuliers et plus concrets - de **modèles spécifiques** - de la construction globale de tels cours d'expérience particuliers.

Mais en général, on est amené à construire des **modèles mixtes local / global**. Cela a été le cas dans l'étude du contrôle ferroviaire dont nous avons présenté plus quelques éléments des modèles local et global, mais aussi dans l'étude de la conduite accidentelle nucléaire et dans celle d'un match international de tennis de table, pour considérer deux autres études récentes.

Ces divers modèles du cours d'expérience débouchent sur des **modèles analytiques des cours-d'action** dont il n'existe pas de modèles génériques, tant les caractéristiques pertinentes d'activité observable, d'état, de situation et de culture des acteurs sont variables.

8. ANALYSE DU COURS-D'ACTION VERSUS SYNTHÈSE EMPIRIQUE ET SYNTHÈSE POUR LA CONCEPTION ET LEUR RELATION AVEC L'OBJECT DE LA CONCEPTION CENTRÉE SUR LE COURS-D'ACTION

Selon [25] :

- « The present theory is oriented strongly to content. This is dramatized in the peculiarity that the theory performs the tasks it explains. That is, a good information processing theory of a good human chess player can play good chess ; a good theory of how humans create novels will create novels ; a good theory of how children read will likewise read and understand. There is nothing mysterious in this. The theories explain behavior in a task by describing the manipulation of information down to a level where a simple interpreter (such a digital computer) can turn the description into an effective process for performing the task. Not all versions of the theory are carried so far, of course. Nevertheless, in general, the theory can deal with the full content of a task » (op. cit., p. 11) ;

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

- « The natural formalism of the theory is the program, which plays a role directly analogous to systems of differential equations in theories with continuous state spaces (for example, classical physics) » (ibidem).

Synthèse empirique

Nous avons vu plus haut que l'analyse du cours-d'action a le même idéal d'une « théorie (qui) accomplit les tâches qu'elle explique ». Par contre, l'exigence de simulation informatique des processus psychologiques mise en avant par Newell & Simon est abandonnée, ainsi que la méthodologie et le modèle d'analyse (voir section 7). Ce double abandon est la conséquence paradigmatique des systèmes vivants : la description des protocoles de cours-d'action, pour être admissible, doit respecter l'autonomie des acteurs et ne peut partir de la tâche vue par l'observateur ; la simulation informatique, ne pouvant traduire cette autonomie, est destinée à servir plutôt, comme nous le verrons dans la section suivante – mais, comme nous le verrons immédiatement, pas seulement – des intérêts pratiques que des intérêts scientifiques.

Ce double abandon est coûteux du point de vue scientifique. La grande force de [25] – qui a fait sa fécondité pour la « cognitive task analysis » - résidait dans le fait que leur modèle analytique (états d'information et opérateurs de traitement d'information) correspondait à leur modèle synthétique. En fait, cet abandon des modèles informatiques n'est pas absolu, mais relatif. En effet, ces modèles informatiques, s'ils n'ont pas de valeur explicative pour les raisons indiquées, peuvent avoir une valeur prédictive, et donc contribuer en cela à la précision, à la fécondité et à la validation / falsification des hypothèses empiriques, à condition de sévèrement leur domaine d'application à partir des analyses en termes de cours d'action. Les recherches sur les cours d'action et leur articulation collective, si elles ont conduit à la conception de nombreux systèmes informatiques, ont peu produit de modèles informatiques de ce genre, du fait qu'elles ont mis l'accent sur d'autres questions (voir cependant [22], dont nous parlerons plus loin). Par contre, l'accent mis par d'autres chercheurs (voir, par exemple, [28]) sur la modélisation informatique des activités coopératives ainsi conçue, hors illusion d'explication scientifique, en lui faisant jouer à la fois un rôle prédictif - et donc dans la validation / falsification des hypothèses - et un rôle dans la conception de situations informatisées, peut être considéré comme complémentaire. Cette modélisation informatique de la coopération se développe dans la foulée d'une élaboration théorique et d'une modélisation empirique préalables, qui sont, en partie semblables, en partie complémentaires et en partie alternatifs de celles de l'analyse du cours-d'action.

Parallèlement à ce double abandon relatif des modèles synthétiques informatiques, les recherches sur les cours-d'action et leur articulation collective ont cherché une nouvelle voie de développement de modèles empiriques synthétiques, mais elles n'ont pas jusqu'à présent produit de modèle synthétique générique, c'est-à-dire de modèle générique à concrétiser dans les diverses situations. Par contre, le modèle empirique analytique générique du cours-d'expérience constitué par le signe hexadique et les structures significatives fondamentales conduit à s'intéresser, pour la construction d'un modèle empirique synthétique générique, à la mathématique des « systèmes dynamiques déterminés par leur état », c'est-à-dire à un retour aux équations différentielles dénigrées dans [25], mais avec une théorie mathématique plus puissante (voir [34], [43], [45]). Cependant, elle conduit à voir les modèles mathématiques synthétiques susceptibles d'être ainsi construits plutôt comme des « humility injectors » (selon l'expression de [3]) que comme des modèles permettant une maîtrise des phénomènes. Si, à travers diverses collaborations depuis 1993, on a exploré cette voie de modélisation, on n'a pas encore trouvé les réductions pertinentes, les collaborations et les moyens de recherche qui permettraient de dépasser la simple référence métaphorique, aujourd'hui de plus en plus répandue, à cette sorte de modèles.

L'amphibologie du « cognitive task design » et l'objet de la conception centrée sur le cours-d'action

La « cognitive task analysis » réalisée dans [25] conduit à la conception de systèmes d'Intelligence Artificielle susceptibles de remplacer l'intelligence humaine dans la résolution de problèmes. La conception centrée sur le cours-d'action, comme la plupart des approches du « cognitive task design » visent quelque chose de plus complexe : la conception de « **joint**

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

cognitive systems » combinant des opérateurs humains et des systèmes informatiques remplaçant l'opérateur humain pour certaines tâches ou parties de tâches. D'où ce que nous appelons l'amphibologie du « cognitive task design ».

Nous avons vu plus haut que l'analyse du cours-d'action a le même idéal que [25] d'une « theory (which) performs the tasks it explains ». Elle ouvre donc aussi à terme sur des systèmes susceptibles de remplacer l'opérateur humain pour certaines tâches ou parties de tâches. Mais, elle met l'accent sur, non pas le remplacement de l'opérateur humain pour certaines tâches qui aujourd'hui ont de moins en moins besoin de la « cognitive task analysis » pour cela (voir les principes de conception du célèbre programme de jeu d'échecs « Deep Blue »), mais sur la conception des situations de cet opérateur humain. Élargissant la distinction faite par Dave Woods entre « support and cognitive prosthesis » (see [66]), elle considère comme objet de la conception des **situations d'aide**, c'est-à-dire des situations qui, compte-tenu de l'état des opérateurs, leur permettent une activité donnant lieu à la fois à engagement plaisant, charge de travail et sécurité satisfaisantes, performance adéquate et apprentissage.

Le paradoxe de la conception centrée sur le cours-d'action des situations informatisées et automatisées

Ne visant pas à remplacer totalement ou partiellement l'opérateur humain par des systèmes informatiques et automatiques, mais à concevoir des **situations d'aide**, on pourrait considérer que la conception centrée sur le cours-d'action n'a pas à se préoccuper d'éventuels modèles informatiques, sauf, comme on l'a vu dans la section précédente, pour les vertus prédictives et heuristiques limitées de ces derniers. En fait, il n'en est rien. En effet, la conception centrée sur le cours-d'action est face à un paradoxe, que l'on a appelé le **paradoxe de la conception centrée sur le cours-d'action des situations informatisées et automatisées**. D'une part, les concepteurs de situations informatisées et automatisées ont besoin de scénarios et modèles de conception du système hommes-machines-environnement qui soient informatiques, qu'ils les construisent eux-mêmes ou qu'on les leur fournisse. D'autre part, de tels scénarios et modèles informatiques sont incapables de rendre compte de l'autonomie des acteurs dans un tel système, présent ou futur, comme on l'a vu plus haut.

La solution de ce paradoxe est que les régularités sous-jacentes aux cours d'action que constituent les différents éléments du cours d'expérience et de la relation de ce dernier avec les contraintes et effets extrinsèques et le reste de l'activité observable peuvent être traduites plus ou moins grossièrement en modèles informatiques dont la validité est limitée à des phases déterminées des cours d'action. Cette traduction est, pour reprendre la formule classique, une trahison, mais une trahison qui peut être utile à la conception, si elle est réalisée avec précautions et en connaissance de cause. On peut rappeler à ce propos que, dans [58], F. Varela, l'un des principaux initiateurs du courant de recherches sur l'autonomie des systèmes vivants, tout en considérant que la psychologie cognitive classique constituait aujourd'hui un obstacle au développement des sciences cognitives, lui réservait une place dans les applications.

Ces modèles informatiques, en plus de leur valeur prédictive soulignée dans la section précédente, jouent un rôle important dans la conception des systèmes informatiques. Les recherches sur les cours d'action et leur articulation collective, si elles ont conduit à la conception de nombreux systèmes informatiques, ont moins produit de modèles informatiques de conception que de scénarios pour la conception.

Par exemple, dans l'étude de [22], en s'appuyant sur une analyse sémio-logique des cours-d'action des contrôleurs aériens, ont été élaborés successivement, un modèle informatique d'analyse des cours d'action de contrôle aérien et un modèle informatique de conception de supports informatisés au contrôle aérien, en utilisant le formalisme SA/RT (System Analysis / Real Time). Ces deux modèles informatiques ont été limités aux situations non-incidentelles de contrôle en zone terminale (terminal départ, terminal arrivée). Ils se sont inspirés des notions du cadre sémio-logique, mais en les simplifiant. Par exemple, l'état de préparation (**E, A, S**) a été réduit à un ensemble de "catalyseurs situationnels" considérés comme pré-définis et n'évoluant pas au fur et à mesure du déroulement du cours d'action. Le modèle informatique de conception prend en considération des situations plus variées que celles qui ont concerné le modèle informatique d'analyse, ainsi que les innovations prévues dans le projet de conception. Le même processus allant de l'analyse sémio-logique à la construction d'un modèle informatique de

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

conception est mis en oeuvre dans l'étude en cours concernant la conception d'un système multi-accès de contrôle domestique d'énergie, mais à travers une adaptation du langage informatique UML [14].

9. COMPLEXITÉ & ITÉRATION EMPIRIQUE & CONCEPTION

Le paradoxe de l'analyse pour la conception centrée sur le cours-d'action

L'ensemble des méthodes de recueil et d'analyse des données, le processus d'élaboration des hypothèses et modèles d'analyse du cours d'action ne suffisent pas à la définition des règles de conception relatives à un projet de conception donné. Il faut aussi pouvoir trouver une solution à un second paradoxe, le **paradoxe de l'analyse pour la conception centrée sur le cours-d'action**, qui concerne à la fois l'observatoire et l'analyse. Ce paradoxe est le suivant. Pour élaborer des propositions de conception d'une future situation de travail basées sur une connaissance des contraintes extrinsèques du cours d'action, il faut connaître avec sûreté le cours d'action dans cette situation future. Dans le cadre d'un processus de conception, le cours d'action dans cette situation future ne pourra être connu avec sûreté que lorsque cette situation future sera totalement conçue. Mais alors, la portée de la contribution ergonomique sera considérablement limitée puisque la conception sera entièrement achevée. Elle ne vaudra que pour le processus de conception suivant. Ce paradoxe tient à la complexité, à la variété et à la transformation continue par le cours d'action de ses propres contraintes : variété de la population des utilisateurs; grande dispersion et organisation complexe des caractéristiques humaines pertinentes pour le cours d'action; variété et organisation complexe des caractéristiques pertinentes de la situation; variété et complexité de l'expérience pertinente des opérateurs. C'est pourquoi, si nous l'énonçons ici en relation avec le **processus de conception**, nous pourrions aussi bien l'énoncer de façon duale en relation avec le **processus de connaissance empirique** à la suite de la section 7.

La solution de ce paradoxe, c'est l'**itération de l'étude du cours-d'action** dans des situations qui se rapprochent de plus en plus de la situation future du fait qu'elles sont sélectionnées ou construites au fur et à mesure du processus de conception. A partir de chacune de ces situations, les résultats visés par l'étude du cours-d'action ne sont pas la connaissance du cours d'action considéré. Cette dernière n'est qu'un moyen pour viser la situation future, pour fournir des recommandations concernant cette situation future au moment utile et dans la forme adéquate pour les concepteurs. Les différentes sortes de modèles d'analyse des cours d'action ont une capacité de prévision. Il s'agit de mettre cette capacité de prévision au service de la conception de la situation future. En parlant de conception centrée sur le cours d'action, nous soulignons qu'on ne peut prévoir le cours-d'action futur qu'à partir de la connaissance des cours d'action passés - surtout celle qui se donne les moyens de la modélisation, dans la situation naturelle présente considérée, et d'autres situations sélectionnées ou construites à partir d'elle. Plus la distance à la situation future se réduit, plus les propositions de conception issues de ces études du cours-d'action gagnent en validité et en précision. Plus aussi leur impact sur la conception est marginal. D'où l'importance des premières étapes relativement aux suivantes. A chaque étape du processus de conception, les propositions de conception formulées à l'étape antérieure reçoivent une validation ou une invalidation relative. On n'est pas obligé d'attendre le produit final. A chaque étape du processus de conception, les contributions à la conception sont basées sur l'analyse des données recueillies à cette étape, mais aussi sur celle des données recueillies aux étapes antérieures. Cette itération peut s'insérer naturellement dans les processus de conception. Ces processus de conception prennent du temps. Les concepteurs de systèmes techniques complexes sont accoutumés eux-mêmes à l'itération, du fait que le comportement technique de tels systèmes conserve un résidu d'imprévisibilité tant qu'il ne sont pas en fonctionnement effectif. Les problèmes essentiels à résoudre sont d'une part, celui de la construction des situations analysées, et d'autre part, celui de la fourniture de ces situations par les concepteurs à chaque étape.

La construction des situations analysées à chaque étape

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

Commençons par examiner la construction des situations analysées. Ce sont d'abord des situations naturelles, parmi lesquelles il est utile de distinguer les **situations de référence** et les **situations tremplin**. Les situations de référence permettent d'analyser le cours-d'action d'opérateurs déterminés, ayant une culture déterminée, dans les situations considérées par le projet de conception. Ces dernières peuvent être non informatisées ou comporter une aide informatique insatisfaisante. Elles permettent aussi d'analyser le cours-d'action d'assistance apportée à un opérateur par d'autres opérateurs plus compétents dans ces situations. Les situations tremplin permettent d'analyser les cours d'action dans d'autres situations comportant une aide informatique globalement ou partiellement plus satisfaisante que celle qui existe dans la situation considérée.

Ces situations naturelles sont construites, mais pas au même titre que les situations d'expérimentation écologique que nous aborderons ensuite: elles sont seulement choisies. On choisit de considérer telles situations de référence et telles situations tremplin. On choisit d'analyser tel cours-d'action de tel acteur et pas tel autre dans ces situations. Ces choix reposent d'une part, sur l'expérience acquise préalablement au projet et au processus de conception, et d'autre part, sur les résultats de l'étape de familiarisation. Ces situations naturelles permettent essentiellement la définition des **fonctions du système technique** et des **caractéristiques essentielles de l'environnement, de la population, de la formation et de l'organisation**.

Un pas de plus dans la construction des situations analysées est l'**expérimentation écologique en situation naturelle**, dans les situations de référence et les situations trempins. Ces expérimentations écologiques en situation naturelle se concentrent sur certains aspects particulièrement importants pour la conception. Elles permettent d'affiner les résultats de l'analyse en situation naturelle et d'améliorer leur validation.

À la finesse et à la validation près, les situations d'expérimentation écologique en situation naturelle, dans les situations de référence et les situations tremplin, jouent le même rôle pour la conception que les situations naturelles. Il n'en est pas de même des **simulations et expérimentations écologiques sur maquettes ou prototypes** partiels ou complets de la future situation, qui se déroulent en dehors des situations naturelles. Alors, du fait de l'état avancé de la conception, il n'est plus possible de revenir sur certains de ses aspects. Ces simulations et expérimentations écologiques sur maquettes ou prototypes permettent essentiellement la définition des **spécifications** des fonctions du système informatique et des caractéristiques essentielles de l'environnement, de la population, de la formation et de l'organisation dégagées précédemment.

Il n'en est pas non plus de même des situations construites à partir de **prototypes mis en site pilote**. Lorsque le prototype est mis en site pilote, l'étude du cours d'action, qu'elle ait lieu en situation naturelle ou dans des expérimentations écologiques en situation naturelle, ne permet plus que de corriger certains aspects superficiels des prototypes. Mais, elle peut permettre également d'affiner des recommandations concernant l'implantation, la conception des espaces de travail, de l'organisation, de la documentation et de la formation des futurs opérateurs dégagées précédemment.

L'étude du cours-d'action pendant la **phase d'implantation** du nouveau dispositif dans les situations naturelles permet de valider ou corriger les recommandations concernant l'organisation, la documentation et la formation dégagées précédemment.

Enfin, l'étude du cours-d'action pendant la **durée de vie de la nouvelle situation installée** permet de prendre en compte les changements survenus dans la situation, de formuler de nouvelles recommandations pour l'organisation, la documentation et la formation, de proposer des aménagements superficiels ou locaux des systèmes informatiques et de préparer la conception de nouvelles versions de ces systèmes.

Toutes ces situations comprennent les acteurs naturels. On peut les échelonner selon deux critères : la **distance à la situation naturelle** (passée ou future) et la **distance à la situation future**.

La fourniture des situations analysées à chaque étape

Évidemment, le développement complet d'une telle itération suppose qu'il soit possible de concevoir des maquettes et prototypes pouvant donner lieu à une interaction réaliste avec des opérateurs futurs. Si ce n'est pas le cas, les étapes "maquette", "prototype", "prototype en site

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

pilote", devront être remplacées par une étude sur plan ou maquette en modèle réduit, menée par les concepteurs centrés sur le cours-d'action (à partir des analyses du cours-d'action dans des situations de référence ou des situations tremplins) et divers opérateurs (à partir de leur expérience de ces situations de référence ou de ces situations tremplin).

S'il est possible pour de nombreux systèmes, en particulier pour tous les systèmes bureautiques, que soient réalisés des maquettes et prototypes pouvant donner lieu à une interaction réaliste avec des opérateurs futurs, cela ne va pas encore complètement de soi, actuellement, pour la plupart des concepteurs. La tendance actuelle est encore de concevoir des maquettes et prototypes testables seulement techniquement, c'est-à-dire qui ne sont pas suffisamment au point pour donner lieu à une interaction réaliste avec ces opérateurs futurs. De telles maquettes et prototypes peuvent tout au plus donner lieu à des réactions, des avis et des remarques de la part des opérateurs futurs. C'est seulement si les concepteurs sont convaincus de l'intérêt de l'itération de l'analyse du cours-d'action, que peut être intégré dans le processus de conception l'effort supplémentaire nécessaire pour réaliser les maquettes et prototypes nécessaires à l'expérimentation ergonomique. Cela a été le cas dans nombre d'études de cours-d'action en relation avec des processus de conception de systèmes bureautiques [52].

En ce qui concerne la conception des systèmes de contrôle de processus nucléaires, de contrôle aérien et de pilotage d'avion, il y a possibilité d'échelonner de la même façon des études en situation naturelle, des études sur des simulateurs pleine échelle, des études sur des « part task simulators » (voir [48] pour une synthèse et [19] et [55], pour des études sur simulateurs pleine échelle).

Évidemment, toutes ces situations ne sont pas à construire dans un processus de conception donné. Nous avons présenté ici ce qui est possible. Pour décider ce qui devra effectivement être réalisé, il faut considérer plus précisément ce processus de conception.

10. LA PRATIQUE DE L'ANALYSE DU COURS-D'ACTION DANS LA CONCEPTION CENTREE SUR LE COURS-D'ACTION

Les modèles et scénarios pour la conception

Les modèles d'analyse des cours-d'action sont développés en ayant pour visée la conception, mais leur construction est strictement déterminée par des considérations d'adéquation avec des données systématiques des cours-d'action et, plus généralement, de cohérence avec les connaissances scientifiques existantes concernant les différents aspects de l'activité humaine. A l'inverse, les **scénarios et modèles de conception**, portent sur des situations futures et intègrent les contraintes de la conception. Un **modèle de conception** est une représentation des cours d'action dans la situation future susceptible de guider la conception de cette situation future. On parle plutôt de **scénario de conception** lorsque ce modèle de conception est partiel. Nous empruntons ce terme à John Carroll ("scénario based design representations"). Un tel scénario prend place généralement au sein d'un ensemble de plusieurs scénarios. Avec un modèle de conception, on met l'accent sur l'unité de la conception, tandis qu'avec un ensemble de scénarios de conception, on met l'accent sur sa multiplicité.

Les recueils de données et analyses rapides et la conception

Du fait que les concepteurs sont actuellement soumis à de fortes contraintes temporelles et ont ainsi tendance à soumettre la « cognitive task analysis » à des contraintes temporelles encore plus fortes, l'élaboration de méthodes rapides mais néanmoins efficaces ("quick and not too dirty", pour reprendre en la transformant légèrement une formule consacrée, ou plutôt « juste utile », pour reprendre une formule de [21]) de recueil de données et d'analyse du cours d'action, de diagnostic-pronostic et de formulation de recommandations pour la conception, a une importance cruciale pour le développement de la conception centrée sur le cours d'action.

Tout d'abord, la rapidité des méthodes est à considérer relativement à l'ensemble du processus de conception. Il ne s'agit pas de gagner du temps au cours d'une étape pour en perdre au cours d'une autre. Ensuite, elle est essentiellement envisageable, non dans l'absolu, mais relativement aux caractéristiques des situations à transformer, des projets et processus de

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

conception. Comme le cours-d'action, cette rapidité est située. En conséquence, pour pouvoir faire court, il faut avoir fait long. Selon les résultats des études et recherches passées de conception centrée sur le cours d'action, des méthodes de plus en plus rapides peuvent être mises en oeuvre à toutes les étapes de l'itération des contributions à la conception, depuis celle de l'étude préparatoire, où sont définies des orientations de conception et leur mode de spécification, jusqu'à celle des études pendant la durée de vie de la nouvelle situation installée.

Notons aussi est que les gains de rapidité qui maintiennent l'efficacité reposent essentiellement sur un choix judicieux des données et analyses et non pas sur la confiance dans des données hors situation de travail. Ces données hors situation de travail sont plus faciles à obtenir, mais la confiance que l'on peut leur accorder est illusoire, sauf si elles sont cohérentes avec des données en situation et se contentent d'être plus extensives. Du fait du caractère situé du cours d'action, de la complexité de ses contraintes extrinsèques dans l'état de l'acteur, sa situation et sa culture, la valeur de données hors situation de travail ne peut être appréciée que grâce à des données en situation de travail.

Notons enfin que la participation des opérateurs au processus de conception, en relation avec les analystes du cours d'action et les concepteurs, peut rendre plus rapides les différentes étapes. Elle peut diminuer le temps de familiarisation de l'analyste, permettre un choix plus rapide des situations à analyser, généraliser plus rapidement les résultats d'une analyse du cours d'action, permettre de juger plus rapidement des éventuelles conséquences négatives de telle recommandation pour la conception produite à la suite d'une étude limitée du cours d'action. Les résultats obtenus dans l'étude du cours d'action peuvent contribuer à la sélection et à la précision de ces méthodes de participation, et ainsi augmenter leur efficacité et leur validité. Ajoutons que, dans certains cas, même non articulée avec une analyse des cours d'action, la mise en oeuvre de méthodes de participation, sélectionnées et précisées grâce à des études d'autres cours d'action menées antérieurement, peut fournir des apports efficaces et valides à la conception. Le problème, c'est qu'alors il est d'une part, difficile de prévoir cette efficacité et cette validité, d'autre part, impossible de savoir si une analyse du cours d'action n'aurait pas fourni des apports plus efficaces et plus valides.

C'est par exemple selon de tels principes qu'a été développée, en ce qui concerne les études de l'activité des conducteurs d'automobile en relation avec la conception de systèmes d'assistance avancés à la conduite, ce que nous avons appelé une "comprehensive activity analysis" [63].

Les apports à l'élaboration du projet de conception

Quel que soit le projet de conception, la contribution à celui-ci passe au moins par une analyse des cours d'action, du fait de la complexité et de la variété des caractéristiques de l'état des acteurs, de leur situation et de leur culture. Mais cela ne veut pas dire qu'aucune recommandation ne puisse être faite préalablement à cette analyse, à ce projet et à ce processus de conception. Sinon, à quoi servirait l'élaboration et la validation d'hypothèses et de modèles d'analyse des-cours d'action, la construction de critères et indices de conception en terme d'aide, la construction de concepts directeurs, concepts opérationnels, règles, scénarios et modèles de conception, c'est-à-dire en définitive tout ce qui a été développé dans les recherches précédentes?

Avant même que soit formulé précisément un projet de conception et que son processus de réalisation soit engagé, donc à l'étape de l'élaboration de ce projet de conception, une analyse du cours d'action peut, dans certains cas, être réalisée. Lorsque ce n'est pas possible, les recherches et études passées de conception centrée sur le cours-d'action permettent cependant de fournir des apports à ce projet et à ce processus de conception. Plus précisément, les résultats des recherches et études passées permettent de formuler des premières recommandations que nous qualifierons d'**orientations de conception**. Comme ces résultats des recherches et études passées concernent également le processus de conception lui-même, ils permettent aussi d'établir le **mode de spécification de ces orientations au cours du processus de conception**. Ce sont, par exemple, les modalités de conception d'une maquette d'expérimentation, la constitution d'un groupe de suivi de la conception comprenant telles catégories d'opérateurs. Il suffit en général pour cela de connaître les grands traits du projet et du processus de conception envisagés et d'une étude préparatoire - qui peut être réduite à une simple visite - dans les situations visées par le projet.

Des hypothèses ou modèles de transformation au diagnostic-pronostic et à la conception

Après qu'aient été fournis les apports à la conception préalables au projet et au processus de conception, peut s'engager l'itération des études du cours d'action et leur articulation avec le processus de conception. Ce que nous avons dit à propos des spécifications des orientations de conception préalables au projet et au processus de conception peut être généralisé. Les spécifications des orientations de conception produites au cours de cette itération doivent être fournies aux concepteurs quand ils en ont besoin. Des spécifications fournies avant ou après l'étape requise gêneraient les concepteurs au lieu de les aider.

A chacune des étapes de cette itération, il s'agit de construire et valider des **modèles ou hypothèses de transformation du cours-d'action**, de fonder sur ces derniers un **diagnostic-pronostic concernant la situation future**, et de formuler une **contribution effective à la conception adaptée à l'étape de conception considérée**. Chacun de ces passages donne lieu à une élaboration. La conception centrée sur le cours-d'action n'est jamais une simple application des connaissances résultant de l'étude du cours d'action ou d'autres études et recherches.

Le **passage des modèles ou hypothèses de transformation du cours d'action au diagnostic-pronostic concernant la situation future** constitue un premier saut de la connaissance de l'existant à la pratique de conception. Est mise à contribution, non seulement l'étude du cours-d'action (l'étude qui a été réalisée à cette étape, celles qui ont été réalisées dans les étapes précédentes, les études passées dans d'autres situations et projets de conception), mais aussi les résultats d'autres études et recherches en psychologie, physiologie, etc..., sélectionnés dans la littérature, et une bonne dose d'expertise. Ce diagnostic-pronostic sera d'autant plus opératoire pour la conception qu'il sera détaillé selon différentes **situations caractéristiques**. Ces situations caractéristiques (introduites par [18]) sont des agencements de contraintes extrinsèques du cours d'action qui pourraient se présenter dans la situation future. Elles sont construites grâce à la mise en relation des résultats de l'étude du cours-d'action et de l'état du projet de conception à l'étape considérée.

Le **passage du diagnostic-pronostic à la contribution effective à la conception** constitue un second saut de la connaissance de l'existant à la pratique de conception. Il ne s'agit jamais de recopier les situations précédemment analysées. C'est là que sont précisés les concepts directeurs et opérationnels pertinents et que sont définies les règles de conception, générales et ad hoc, organisées ou non en systèmes de règles.

En définissant ces règles pour les différentes situations caractéristiques dégagées, on peut alors concevoir des **scénarios de conception** et des **modèles de conception**. La notion de situation caractéristique permet d'apporter une nouvelle précision à ces derniers.

Ajoutons qu'à toutes ces étapes d'apport à la conception, une certaine participation des opérateurs et des concepteurs est nécessaire. En ce qui concerne le contenu, les méthodes, le coût et les apports de cette participation, l'expérience passée ne nous permet pas de dégager des règles générales. Disons seulement qu'ils dépendent des caractéristiques des situations à transformer, du projet et du processus de conception considérés.

CONCLUSION

Considérons maintenant le processus de conception dans son ensemble. Ce processus de conception peut être considéré comme l'articulation des cours-d'action sociaux de nombreux acteurs. Ces différents cours-d'action prennent en compte des procédures pré-définies mais ne s'y conforment pas forcément. Les acteurs en sont essentiellement les opérateurs, les concepteurs et les ergonomes au sens large. Les contraintes extrinsèques en sont l'état des différents acteurs, la situation (dynamique) de conception et la culture, en partie distribuée, en partie partagée, des différents acteurs. Le problème de la conception centrée sur le cours-d'action apparaît alors comme celui de contribuer à une articulation collective des cours-d'action des différents acteurs de la conception ayant pour effets : une ambiance de conception agréable et stimulante pour ces différents acteurs ; une efficacité du processus de conception du point de vue de l'aide aux futurs opérateurs de production et de maintenance ; un développement de la compétence de ces différents acteurs, qui leur permettra d'aborder de façon encore meilleure de futurs processus de conception.

{T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)

D'où un idéal global. Cet idéal est d'abord **que l'ensemble des acteurs de la conception prennent pour objet de conception la situation d'aide** et ne considèrent la division technique que comme un moyen. C'est ensuite **que la situation des différents acteurs de la conception permette à ces derniers de participer de façon optimale** à la conception. C'est le cas, par exemple, si les ergonomes ont accès aux données en situation naturelle et aux moyens d'expérimentation écologiques nécessaires, si les concepteurs reçoivent des recommandations au bon moment, si les opérateurs ont accès aux informations sur la conception, peuvent participer au recueil et à l'analyse des données et se voient attribués du temps pour la réflexion. C'est aussi qu'il y ait une **formation mutuelle suffisante** des différents acteurs aux différents langages, objets, méthodes et théories de chacun. C'est enfin qu'il y ait **une précision suffisante des limites de compétence** de chacun des acteurs et des moyens adéquats de coopération et de coordination entre eux (réunions, moyens de communication). À ces caractéristiques idéales du processus de conception, il faut ajouter des conditions préalables dont la principale, pour ce qui nous intéresse ici, est que des **recherches scientifiques pertinentes** en « cognitive task analysis » soient effectuées et que leur communication et leur rôle dans le renouvellement de l'enseignement soient assurés.

Les processus de conception et leurs conditions préalables correspondent rarement à cet idéal global. Le cours d'action individuel-social du « cognitive task analyst and designer » travaillant dans le cadre de la conception centrée sur le cours d'action doit viser à s'en rapprocher. L'action sociale du « cognitive task analyst and designer » travaillant dans le cadre de la conception centrée sur le cours d'action, quel que soit le degré de réalisation de cet idéal global, est donc à la fois dirigée vers l'ensemble de la situation de conception, dirigée vers son objet principal (articulation entre son objet de conception et son objet d'analyse) et dirigée vers les autres acteurs de la conception. Son horizon est multiple : contribuer au processus de conception en cours ; développer localement ou globalement la conception centrée sur le cours d'action ; améliorer sa propre compétence de « cognitive task analyst and designer » ; développer un dialogue avec les autres acteurs de la conception. Le plein développement de cette action sociale exige évidemment la participation active du « cognitive task analyst and designer » à la conception, et pas seulement la fourniture de loin en loin de recommandations. Son succès dépendra évidemment du « cognitive task analyst and designer », mais aussi des autres acteurs de la conception et de nombreux facteurs économiques, sociaux, culturels et politiques. Pour le « cognitive task analyst and designer », comme pour tout un chacun, ce qui est en fin de compte le plus difficile, c'est de distinguer, comme le recommandait il y a bien longtemps l'esclave-philosophe Epictète, ce qui dépend de lui de ce qui n'en dépend pas.

REFERENCES

- [1] BEAUFORT P. (1997) Le projet de l'action créatrice, Ph. D., Faculté des lettres, Université Laval, Québec.
- [2] BOUZIT A. N. (1995) Analyse et conception de situations d'interaction à distance : cas de l'accueil téléphonique de la clientèle assisté par ordinateur, Thèse de doctorat en ergonomie, Université Paris 13, France.
- [3] COWAN G.A., PINES D. & MELTZER D., *Complexity : metaphors, models & reality*, Santa Fe Institute studies in the sciences of complexity, Addison Wesley, Reading, 1995.
- [4] Von CRANACH M., FOPPA K., LEPENIES W., PLOOG D. eds (1979) *Human ethology, claims and limits of a new discipline*, Cambridge University Press - Maison des sciences de l'homme, New York-Paris.
- [5] Von CRANACH M., HARRE R. eds. (1982a) *The analysis of action. Recent theoretical and empirical advances*, Cambridge Univ. Press- Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Cambridge-Paris.
- [6] Von CRANACH M., KALBERMATTEN U., INDERMUHLE K., GUGLER B. (1982b) *Goal directed action*, Academic Press, London.
- [7] Von CRANACH M., KALBERMATTEN U. (1982) Ordinary goal directed action in social interaction, in W. Hacker, W. Volpert, M. von Cranach eds., *Cognitive and emotional aspects of action*, North Holland Pub co, Amsterdam.
- [8] DUFRESNE R. (2001) *Le contrôle des environnements dynamiques : étude ergonomique dans une perspective d'automatisation d'un système de contrôle de la circulation ferroviaire*, Thèse de doctorat d'ergonomie, École Pratique des Hautes Études, Paris, France.
- [9] EDELMAN G.M. (1992) *Biologie de la conscience*, Editions Odile Jacob, Paris.
- [10] ERICSSON K.A., SIMON H. (1980) Verbal reports as data, *Psychological Review*, 87, n°3.
- [11] ERICSSON K.A., SIMON H. (1984) *Protocol Analysis. Verbal reports as data*, MIT Press, Cambridge.
- [12] FILIPPI G. (1994) *La construction collective de la régulation du trafic du RER: étude ergonomique dans une perspective de conception de situations d'aide à la coopération*, thèse de doctorat d'ergonomie, Université Paris 13.
- [13] HARADJI Y. (1993) *De l'analyse de l'aide humaine à la conception d'une aide informatique à l'utilisation d'un logiciel*, Thèse de doctorat en ergonomie, Conservatoire National des Arts & Métiers, Paris, France.

- {T12} THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., Handbook of cognitive task design, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)
- [14] HAUÉ J-B. (to be published) *Conception d'interfaces multi-accès centrée sur l'activité des utilisateurs*, Thèse de doctorat en contrôle des systèmes, Compiègne, France.
- [15] HEATH C. & LUFF P. (1991) Collaboration and activity and technical design; task coordination in London Underground Control Rooms, *Proceedings of the Second European Conference on Computer Supported Cooperative Work*, September 24-27, Amsterdam.
- [16] HUTCHINS E., *Cognition in the wild*, MIT Press, 1994.
- [17] GAILLARD I. (1992) *Analyse de l'activité et des savoir faire d'opérateurs experts – le cas des contrôleurs du trafic aérien lors d'un changement de la position de contrôle*, Thèse de doctorat d'ergonomie, Université Paris 13, France.
- [18] JEFFROY F. (1987) *Maîtrise de l'exploitation d'un système micro-informatique par des utilisateurs non-informaticiens : analyse ergonomique et processus cognitif*, Thèse de doctorat en ergonomie, Conservatoire National des Arts & Métiers, Paris, France.
- [19] JEFFROY F., THEUREAU J. & VERMERSCH P. (1998) *Quel guidage des opérateurs en situation incidentelle/accidentelle ? Analyse ergonomique de l'activité avec procédures*, IPSN/DES/SEFH, Clamart.
- [19] JEFFROY F., THEUREAU J. & VERMERSCH P. (2000) Controlling a nuclear reactor in accidental situations with symptom-based computerized procedures : a semiological & phenomenological analysis, *CSEPC 2000*, Taejon, Corée, 22-25 Novembre.
- [20] JOURDAN M. (1989) Développement technique dans l'exploitation agricole et compétence de l'agriculteur, Thèse de doctorat en ergonomie, Conservatoire National des Arts & Métiers, Paris, France.
- [21] LAMONDE F. (1992) *La détermination progressive de l'activité des ingénieurs de locomotive : contribution à l'analyse de la fiabilité d'un système ferroviaire*, Thèse de doctorat en ergonomie, Université Paris 13, France
- [22] LAVAL V. (1993) *Modélisation de l'activité d'opérateurs d'un système complexe dans une perspective de conception de supports informatisés*, thèse de doctorat d'ergonomie, Université Paris 13, France.
- [23] LEBLANC S., SAURY J., THEUREAU J., DURAND M. (accepted) Apprentissage dans un environnement multimédia, *Computers & Education*.
- [24] LESTIEN A (1984) *Une approche ergonomique de l'automatisation dans les industries à production séquentielle*, Thèse de doctorat d'ergonomie C.N.A.M., Paris.
- [25] NEWELL A. & SIMON H. (1972) *Human problem solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- [26] NORMAN D.A. & DRAPER W.D. (1986) User centred design, Lawrence Erlbaum ASS., Hillsdale.
- [27] OMBREDANE A. & FAVERGE J.M. (1955) *L'analyse du travail*, PUF, Paris.
- [28] PAVARD B. ed. (1994) *Systèmes coopératifs: de la modélisation à la conception*, Octares, Toulouse, France.
- [29] PETITOT J., VARELA F.J., PACHOUD B, ROY J.M. (1999) *Naturalizing Phenomenology*, Stanford University Press.
- [30] PIATELLI-PALMARINI M. (1979) *Théories du langage, Théories de l'apprentissage : le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky*, Seuil, Paris.
- [31] PINSKY L. (1992) *Concevoir pour l'action et la communication : essais d'ergonomie cognitive*, Peter Lang, Berne.
- [32] PINSKY L., THEUREAU J. (1982) *Activité cognitive et action dans le travail. Tome 1 : Les mots, l'ordinateur, l'opératrice*, Collection de Physiologie du Travail et d'Ergonomie n° 73, CNAM, Paris.
- [33] PINSKY L., THEUREAU J. (1987) Description of visual "action" in natural situations, in O' Regan, J. K., Levy-Schoen A. eds., *Eye movements: From physiology to cognition*, Selected/edited proceedings of the 3rd European conference on eye movements, Dourdan (France), Sept, Elsevier, Amsterdam.
- [34] PORT R.F., VAN GELDER T. (1995) *Mind as motion: explorations in the dynamics of cognition*, MIT Press.
- [35] RIA L. (2001) *Les préoccupations des enseignants débutants en éducation physique et sportive : étude de l'expérience professionnelle et conception d'aides à la formation*, Thèse en Sciences et Techniques de l'Activité Physique et Sportive, Université de Montpellier, France.
- [36] ROBINEAU S. (2000) *La construction de la magie spectaculée : analyse de la pratique et cognition située*, Mémoire de Sciences de l'Homme & Technologie, Université de Compiègne, France.
- [37] ROSENFELD I. (1988) *The invention of memory, a new view of the brain*, Basic Books, New York.
- [38] SAURY J. (1998) *L'action des entraîneurs dans les situations de compétition en voile olympique – contribution à une anthropologie cognitive du travail des entraîneurs sportifs, finalisée par la conception d'aides à l'entraînement*, Thèse en Sciences et Techniques de l'Activité Physique et Sportive, Université de Montpellier, France.
- [39] SAURY J., DURAND M. & THEUREAU J. (1997) L'action d'un entraîneur expert en voile en situation de compétition : étude de cas. Contribution à une analyse ergonomique de l'entraînement, *Science et Motricité*, **31**, 21-35.
- [40] SÈVE C. (2000) *Analyse sémiologique de l'activité de pongistes de haut niveau lors de matchs internationaux – contribution à une anthropologie cognitive de l'activité des sportifs finalisée par la conception d'aides à l'entraînement*, Thèse en Sciences et Techniques de l'Activité Physique et Sportive, Université de Montpellier, France.
- [41] SÈVE C., DURAND M., SAURY J., THEUREAU J. (accepted) Activity organization and knowledge construction during cognitive interaction in table tennis, *Cognitive Systems Research Journal*, special issue on situated and embodied cognition.
- [42] SIMON H.A. (1977) *Models of discovery*, D. Reidel, Dordrecht.
- [43] SMITH L. B., THELEN E. eds. (1993) *A dynamic systems approach to development: applications*, MIT Press.
- [44] SUCHMAN L. (1987) *Plans and situated action*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [45] THELEN E., SMITH L. B. (1995) *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*, MIT Press.
- [46] THEUREAU J. (1992) *Le cours d'action: analyse sémio-logique: essai d'une anthropologie cognitive située*, Peter Lang, Berne.
- [47] THEUREAU J. (1997) L'émergence d'un complexe d'échanges à travers les trajets des voyageurs : essai méthodologique, in Bayart D., Borzeix A., Lacoste M., Theureau J., *Les traversées de la gare : la méthode des trajets pour analyser l'information-voyageurs*, n° 118, RATP, Département du Développement, Mission Prospective et Recherches Sociétales, Paris, pp. 145-190.

- [T12] THEUREAU J. (2001) Analyse du cours d'action & conception centrée sur le cours d'action, version française de « Course-of-action analysis & course-of-action centered design », à paraître en 2003 in E. Hollnagel ed., *Handbook of cognitive task design*, Lawrence Erlbaum Ass. (31 p.)
- [48] THEUREAU J. (2000a) Nuclear reactor control room simulators : human factors research & development, *Cognition, Technology & Work* , 2 : 97-105.
- [49] THEUREAU J. (2000b) Anthropologie cognitive & analyse des compétences, in J.M. Barbier, Y. Clot, F. Dubet, O. Galatanu, M. Legrand, J. Leplat, M. Maillebois, J.L. Petit, L. Quéré, J. Theureau, L. Thévenot, P. Vermersch, *L'analyse de la singularité de l'action*, collection Education & Formation, PUF, Paris, 171-211.
- [50] THEUREAU J. (2000c) L'analyse sémio-logique des cours d'action et de leur articulation collective en situation de travail, in A. Weill-Fassina & T. H. Benckroun, *Le travail collectif – Perspectives actuelles en ergonomie*, Octares, Toulouse, 97-118.
- [51] THEUREAU J. (to appear, 2001) Dynamic, living, social and cultural complex systems : principles of design-oriented analysis, in Benckroun H. & Salembier P., *Cooperation & complexity*, Hermes, Paris.
- [52] THEUREAU J., JEFFROY F. & COLL. (1994) *Ergonomie des situations informatisées : la conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs*, Octares, Toulouse.
- [53] THEUREAU J., FILIPPI G. (1994) Cours d'action et conception d'un système d'aide à la coordination: le cas de la régulation du trafic du RER, *Sociologie du Travail*, 4, 547-562.
- [54] THEUREAU J., FILIPPI G. (2000) Analysing cooperative work in an urban traffic control room for the design of a coordination support system, chapter 4, in, P. Luff, J. Hindmarsh & C. Heath eds., *Workplace studies*, Cambridge Univ. Press, 68-91.
- [55] THEUREAU J., FILIPPI G., SALIOU G. & VERMERSCH P. (2001) Development of a methodology for analysing the dynamic collective organisation of the reactor operator's and supervisor's courses of experience while controlling a nuclear reactor in accidental situations in full scope simulated control rooms, *CSAPC'01*, 23-26 Septembre, Munich, Germany.
- [56] VARELA F.J. (1980) *Principles of biological autonomy*, Elsevier North Holland, New York.
- [57] VARELA F.J. (1989a) *Connaître : les sciences cognitives*, Seuil, Paris.
- [58] VARELA F.J. (1989b) *Autonomie et connaissance*, Seuil, Paris.
- [59] VARELA F., THOMSON E., ROSCH E. (1991) *The embodied mind: cognitive science and human experience*, MIT Press
- [60] VEYNE P. (1971) *Comment on écrit l'histoire*, Seuil, Paris.
- [61] VERMERSCH P. (1994) *L'entretien d'explicitation*, ESF, Paris.
- [62] VILLAME T. (1992) *Modélisation des activités de recherche d'information dans les bases de données et conception d'une aide informatique*, Thèse de doctorat en ergonomie, Université Paris 13, France.
- [63] VILLAME T. & THEUREAU J. (2001) Contribution of a 'comprehensive analysis' of human cognitive activity to the advanced driving assistance devices design, *CSAPC'01*, 23-26 Septembre, Munich, Germany.
- [64] VION M. (1993) *Analyse de l'apprentissage médié sur le tas : le cas du travail de guichet à l'hôpital*, Thèse de doctorat en ergonomie, Université Paris 13, France.
- [65] VION M. (1996) *Analyse ergonomique de l'activité de pêche au chalut pélagique à la passerelle d'un simulateur de formation maritime*, Laboratoire Sécurité et Conditions de Travail à la Pêche Maritime, Lorient.
- [66] WOODS D.D. & ROTH E.M. (1990) Models and theories of human computer interaction, in M. Helander, *Handbook of Human Computer Interaction*, North Holland, 3-43.

Complément :

- [67] SARTRE J.P. (1985) *Critique de la raison dialectique*, tome 2, Gallimard, Paris.