

## Working, learning, interacting through simulation

P.Béguin & P.Pastré

Summary: This paper analyses simulations focusing on their use in learning or design. Firstly, we take the stand that two distinct viewpoints are possible: a figurative point of view centered on the situation as a reference, and an operative point of view, centered on an activity. From the operative standpoint, we propose three invariants from which to measure the simulation: (i) the simulation reference lies as much in the activity as in the reference situation, (ii) simulations are situations of exchange between heterogeneous actors and (iii) simulations facilitate an ex-post activity come-back, giving the user the potential to learn about the world and his/her own situation.

### 1. Introduction

On s'intéresse ici à la *simulation des situations de travail*, par distinction avec la *simulation cognitive* (Newell & Simon, 72), telle que la définit par exemple Bronckart (1987) : “ *une stratégie de recherche en psychologie ou en Intelligence Artificielle (I.A.) dans laquelle le chercheur substitue à l'utilisateur son "modèle"*. La simulation des situations de travail est une méthode moins prestigieuse, mais plus fréquente, qui associe un modèle d'une situation (ou d'une partie des éléments de travail) et l'activité d'un ou de plusieurs sujets. Les situations d'usage de plan ou de maquette (mock-up) de prototypage, ou les “ full scale simulation ” utilisées à des fins de conception, ou de formation sont des simulations de ce type.

Cette communication est le produit d'une collaboration entre deux chercheurs dont les intérêts sont relativement distincts, puisque le premier s'intéresse à l'ergonomie, avec l'objectif de contribuer à la conception de systèmes techniques, de produits, de machines, et d'outils ; alors que le second s'intéresse à la formation professionnelle des adultes. Les objectifs entre ces deux formes de simulation sont évidemment bien différents. Dans la simulation à des fins de conception, la finalité porte sur le développement des situations de travail, les compétences des concepteurs étant une ressource. A l'inverse, dans la simulation à des fins de formation, la finalité porte sur le développement des compétences, et c'est la situation simulée qui prend le rôle d'une ressource.

Nous pensons néanmoins que la mise en confrontation des acquis sur les méthodes de simulation issues de ces deux champs est de nature à fournir une meilleure intelligibilité des techniques de simulation, et peut conduire à de nouveaux développements théoriques, ainsi qu'à des méthodes originales . En effet, un rapprochement nous semble intéressant pour les raisons suivantes :

- La simulation est un instrument pour le concepteur ou pour le formateur. Deux questions sont ici posées : à quelles conditions la simulation est-elle un instrument et quelles caractéristiques doivent présenter les simulateurs dans cette perspective ?
- Même lorsque la simulation ne poursuit pas explicitement un objectif de formation, l'usage d'un modèle<sup>1</sup> semble indissociable d'une interrogation sur l'apprentissage (learning). Dans la conception, les concepteurs apprennent de l'usage des modèles qu'ils construisent. The famous "*reflexive conversation with the situation*" metaphor proposed by Schön (1983, 1987) is relevant here. Ce point a d'ailleurs été récemment généralisé par Morgan & Morrison, (97) : que ce soit en économie ou en physique la simulation suscite des apprentissages sous deux angles (i) dans la construction du modèle, et (ii) dans l'utilisation du modèle. Une trop brutale distinction entre les deux orientations n'est donc ni complètement satisfaisante, ni même souhaitable.
- Quelqu'en soient les finalités, la simulation des situations de travail donne un rôle central aux situations de travail. En effet, la simulation peut être appréhendée comme une manière de placer les situations professionnelles au centre des dispositifs de formation (elle permet dans ce cas de construire les contenus de formation à partir des situations, et non plus à partir de savoir disciplinaires) ou au centre des dispositifs de conception (elle permet dans ce cas de faire du travail une critère de décision, au même titre que les dimensions techniques ou économiques, qui sont souvent les seuls critères envisagés) .

The plan of the paper is as follow. First we argument que deux positions sont possibles pour appréhender la simulation : une position figurative et une position opérative. Prenant ce second point de vue, on dégage trois invariants de ces situations. Our stand is suggestive rather than conclusive, outlining different orientations de recherche.

## 2. La simulation des situations de travail : points de vue figuratif et opératif.

Il est d'abord utile de reprendre quelques distinctions entre "simulateur", "situation simulée", "situation de référence" et "situation de simulation" (Béguin & Weill-Fassina, 97, Samurçay 00). Bien qu'existant depuis fort longtemps sous différentes formes<sup>2</sup>, l'apparition des possibilités techniques actuelles (possibilité de combiner image et son et de créer ainsi des environnements virtuels) focalise une part importante de la recherche sur le **simulateur** en tant que système technique. Simultanément, tout un ensemble d'études montrent l'influence de nombreux facteurs qu'il n'est pas possible de réduire au simulateur : interactions Hommes-Hommes, facteurs organisationnels, nature des ressources et des contraintes, etc... (J.Leplat, 1989). Le simulateur doit donc être complété par un ensemble de scénarios afin d'obtenir une **situation simulée**. Or deux points de vue peuvent être pris pour appréhender les situations simulées : un point de vue figuratif et un point de vue opératif (Pastré, 95).

Le point de vue figuratif conduit à s'interroger sur la "fidélité" ou la "validité écologique" de la situation simulée, et de manière plus large à la généralisation des résultats : dans quelle mesure les données obtenues à partir de telles simulations sont-elles représentatives des situations réelles de travail ? Cette focalisation sur la validité est renforcée par la manière dont

---

<sup>1</sup> L'encyclopédia universalis définit la simulation comme expérimentation sur un modèle. On préfère parler d'usage d'un modèle. On revient sur ce point dans la suite de l'article.

<sup>2</sup> : On pourrait évoquer ici les maquettes mobiles utilisées au moyen âge, dont la finalité était de permettre aux cavaliers de développer des habiletés sensori-motrices dans la monte des chevaux.

la simulation est le plus souvent pensée et construite : en référence à une méthodologie expérimentale, "*une technique qui substitue un environnement synthétique à un environnement réel ,de telle sorte qu'il soit possible de travailler sous des conditions contrôlables en laboratoire*" [Harman cité par Sanders, 1991]. Dans cette approche figurative, la simulation est explicitement appréhendée et pensée comme une copie d'une **situation de référence** (qu'il s'agisse d'une situation existante comme dans la formation ou d'une situation future comme dans la conception).

Néanmoins une approche uniquement figurative est insuffisante pour rendre compte de la **situation de simulation**. Quels que soient les efforts du formateur ou du concepteur pour obtenir une situation simulée qui respecte le plus fidèlement possible tous les éléments figuratifs de la situation de référence, l'activité mise en œuvre dans la situation simulée est un simulacre pour celui qui y agit : transport de passager sans présence des passagers, conduite de processus à risque sans présence du risque, etc ... Un tel constat est doublement problématique quand on appréhende la situation de simulation comme une copie de la situation de référence :

- En premier lieu, une approche "écologique" radicale peut conduire à nier tout intérêt à ces techniques. Charlesworth (1976) considère, par exemple, que l'obtention de mesures valides, ainsi que l'identification de "*véritables processus cognitifs*", ne sont possibles que dans des environnements naturels. La simulation des situations de travail n'étant des "*situations naturelles*", l'activité qu'on y observe serait donc intrinsèquement suspecte. La distinction entre "*cognition au laboratoire*" et "*cognition naturelle*", tout comme la distinction entre une "*pensée théorique*" et une "*pensée pratique*" vient pourtant moins d'une différence de nature entre des raisonnements distincts, que de la manière dont on les étudie : le laboratoire est une situation socialement et culturellement organisée (Newman .., Griffin & Cole, 1984). En particulier, dans le laboratoire, les tâches sont élaborées et construites pour l'occasion, elles contiennent dans leurs énoncés les données du problème, ce qui n'est pas le cas dans les situations de travail, où une grande part de l'activité consiste au contraire à construire le problème (Wisner, 1996). Considérer les données d'analyse obtenues dans les situations de simulation comme intrinsèquement suspectes, parce que non "naturelles", nous semble donc être une position caricaturale. En revanche, les situations de simulation gagneraient à être appréhendées comme des situations culturellement et socialement organisées.
- En second lieu, l'activité du sujet peu apparaître gênante, puisqu'elle menace la représentativité. Villemeur (1988) le souligne dans son analyse de la simulation dans le nucléaire, lorsqu'il écrit que "*même lorsque le fonctionnement d'une centrale nucléaire est très bien simulé, la situation n'est pas parfaitement représentative de la réalité, ne serait-ce que parce que l'équipe s'attend à être confrontée à un accident-type qu'elle doit gérer selon des procédures définies*". L'activité ne peut pourtant pas être considérée comme une variable non pertinente ou gênante. Leplat (1992) l'a souligné à sa manière. L'auteur considère que la relation entre le modèle et la prédiction fait l'objet d'une *réalisation*, qui ne s'effectue que du fait de l'activité, dans la situation de simulation ou dans la situation réelle. Le "transfert" est donc intrinsèquement lié à l'activité du sujet, à la manière dont celui-ci définit le problème, aux buts qu'il poursuit dans la situation de simulation, et finalement à la signification qu'il en construit.

En d'autres termes, les situations de simulation constituent des situations spécifiques, qui doivent être comprises et appréhendées dans leurs spécificités. Une situation de simulation ne

remplacera jamais la réalité ni l'expérience réelle. Du point de vue figuratif, il s'agit d'une limite incontournable. Néanmoins un autre point de vue, qu'on qualifiera d'**opératif**, est possible. Il consiste à s'interroger sur le rôle que remplissent les situations de simulation dans l'activité du ou des sujets. Comme on va le voir, ce qui apparaît comme une limite au plan figuratif constitue une ressource lorsqu'on appréhende la situation de simulation d'un point de vue opératif.

### 3. La situation simulée comme médiateur

Nous avons souligné que la simulation est un instrument pour le formateur ou pour le concepteur. Les travaux issus de la psychologie soviétique (Nardi, Rabardel) fournissent un schéma riche et fécond pour appréhender les activités avec instrument. Puisqu'une activité consiste à agir "through" un instrument (Bødker, 89) les artefacts ne doivent pas seulement être analysés en tant que chose mais dans la façon dont ils médiatisent l'usage (Bannon & Bodker 91). C'est à Vygotski qu'on doit d'avoir insisté le premier sur l'importance de la médiation, qu'il considère comme le fait central de la psychologie. Dans un texte célèbre de 1930, l'auteur, qui distingue différentes formes de médiations : à l'objet, à soi-même et aux autres, distingue deux classes d'instruments : les instruments techniques et les instruments psychologiques. Nous pensons, avec d'autres (Cole 85, John-Steiner, 95, L.B. Resnick & Coll., 97) que cette distinction n'est pas toujours pertinente. Les différentes orientations des médiations sont susceptibles d'être co-présentes dans toute activité instrumentée (Rabardel, 99). Quelles sont les différentes formes de médiations qu'on peut observer dans les situations de simulation :

Une première classe de médiation porte sur les médiations à l'objet. Celles-ci peut prendre deux formes principales :

- La première forme de médiation, que nous appelons *pragmatique*, est orientée vers la transformation, la construction de l'objet, sa gestion, etc. Les médiations pragmatiques sont dominantes dans les processus de conception, même si elle ne sont pas seules. Nous avons eu l'occasion dans un travail antérieur d'analyser de telles médiations dans le processus de conception d'un electrical device (une armoire électrique) (Béguin & Rabardel, 00). Le point sur lequel nous souhaitons insister ici est que le concepteur construit différents modèles du dispositif. Deux types de schéma sont nécessaire : un schéma logique et un schéma développé. Alors que le premier vise à appréhender des relations logiques de type booléennes, le second vise à appréhender une structure électrique, véhiculant une énergie. Ces deux modèles sont clairement différent, au plan logique aucun court-circuit n est possible. En outre, de nombreux drafts, qui s'éloignent substantiellement du code sémique propre au graphisme technique, sont produits par le concepteur pour résoudre des problèmes locaux. Les différents modèles produits par le concepteur sont des *représentations opératives externes*<sup>3</sup>, : des représentations partielles, qui éliminent certains aspects non significatifs pour les problèmes qu'il tente de résoudre à un moment donné du processus de conception, et qui en conservent d'autres les mettant ainsi à la portée du raisonnement et de l'action du concepteur.

---

<sup>3</sup> Nous précisons externe pour la différencier des "représentations opératives" de Ochanine (66, 78) qui sont des représentations internes, mais dont on retrouve toutes les caractéristiques : elles sont laconiques, sélectives, liées à des finalités d'action.

- La seconde forme de médiation est de nature “ *épistémique* ”, elle est orientée vers la prise de connaissance de l'objet et de ses propriétés. La médiation épistémique est centrale dans les situations de simulations à des fins de formation. Dans une analyse à posteriori de l'usage de la simulation dans le nucléaire, on peut montrer que la référence du réside moins dans les éléments figuratifs de la situation réelle que dans la compréhension du ou des formés (Pastré ??). En effet, si le modèle est soit trop proches, soit trop éloignée des compétences du sujet, celui-ci n'apprend rien. Cette analyse conduit également à une centration sur le caractère opératif du modèle à partir duquel est réalisé la simulation. L'important n'est pas d'imiter le réel, mais de simuler un problème (à identifier ou à résoudre) et qui suppose mobilisation et ajustement des compétences. Dès lors, il peut être plus pertinent de déformer certains aspects pour les rendre plus apparents dans la situation.

Une autre forme de médiation, que nous appelons *heuristique*, concerne les rapports que le sujet noue avec lui-même par l'intermédiaire de l'instrument. Vygotski en avait donné l'exemple éclairant du noeud dans le mouchoir. Beach (92) a également mis en évidence cette dimension en analysant l'activité de serveurs dans les bars. Ce type de médiation n'est pas absente des situations de simulation. Dubey (96, 97) en a montré l'importance dans une analyse très documentée des situations de simulation à des fins de formation dans l'aéronautique civile. L'auteur, qui part également de l'idée que la réalité des situations de simulation est bien loin d'être analogue à celle du vol et du pilotage, s'interroge sur les raisons pour lesquelles les pilotes investissent tant dans ce type d'exercice. Une des raisons clairement identifiée est que, pour les pilotes, il est essentiel de réussir dans le simulateur, comme le montre les propos de l'un d'entre eux : "*c'est extrêmement sécurisant de réussir dans le simulateur [...], si l'on sort de ces quatre heures en ayant bien maîtrisé les pannes, on se sentira plus sûr le lendemain pour voler*" (cité par dubey, 97, p 63). En effet, pour les pilotes, échouer dans le simulateur, moins complexe que la réalité du vol, augure mal des situations futures de pilotage. Loin d'être uniquement des situations de formation, les situations de vol simulée fournissent l'opportunité d'une gestion psychique, par les pilotes, de l'inquiétude qu'ils ressentent face aux tâches risquées de pilotage.

Une grande partie de la complexité des situations de simulation vient du fait que ces différentes formes de médiation peuvent être mises en œuvre. Mais l'intérêt de cette rapide analyse des différentes formes de médiation est d'attirer l'attention sur deux niveaux dans l'appréhension des simulations de situation : sur les propriétés de la situation simulée, et sur la situation de situation elle-même et sur le sens qu'elle prend dans l'activité du sujet.

- A travers les dimensions épistémiques et pragmatiques, on constate que la médiation est rendue possible justement par le fait que la situation simulée ne retient pas toutes les propriétés de la situation de référence. Elle n'en conserve que ce qui pose problème, soit pour le résoudre (cas de la conception) soit le comprendre (cas de la formation). Ce faisant elle donne une forme à certaines dimensions de la situation de référence, qui permet de s'en saisir, d'en parler, de la manipuler et d'y réfléchir. Meyerson appelle "objectivation" le processus de production d'une forme dont la pensée peut se saisir (Meyerson, 48). Or la référence de cette forme réside tout autant dans la “ situation de référence ” que dans l'activité des sujets, la compréhension qu'ils en ont, les buts qu'ils y poursuivent. L'activité du sujet constitue une référence de la construction de la situation simulée. À défaut, la simulation perdrait toute dimension opérative, et probablement tout intérêt. On peut souligner que cette dimension opérative n'est le plus souvent pas questionnée dans la conception des simulateurs, qui sont le plus souvent appréhendés sous le seul aspect

figuratif, suscitant des investissements considérables (de type full-scale simulation) mais qui peuvent sembler peu rationnels, voire contre-productifs.

- Le second point, mis en évidence à travers la médiation que nous avons appelé heuristique, est que la situation de simulation est elle-même soumise à interprétation. Pour le sujet, et bien que son action y relève du simulacre, la situation de simulation n'est pas pour libre de tout enjeu. Le sujet y poursuit un mobile, donne un sens à son action. Or, cette signification attribuée aux situations de simulation n'est le plus souvent pas interrogée, alors qu'elle fait l'objet d'une construction. Dörner (87) souligne également cette dimension dans des simulations à des fins de formation : certaines stratégies mises en place par les opérateurs s'y expliquent par la volonté des personnes de sauvegarder leurs compétences aux yeux de l'expérimentateur. On sait par exemple que les simulations à des fins de formation sont parfois utilisées pour évaluer et "qualifier" les sujets à des tâches nouvelles, ce qui n'est pas sans conséquence sur leur carrière. On peut néanmoins s'interroger sur ces décalages : évaluer les opérateurs lors d'une formation donne à la situation de simulation un sens bien particulier.

Mais s'interroger sur la signification que prend la situation de la simulation pour celui qui y agit conduit à une autre idée : les situations de simulation s'inscrivent dans des contextes collectifs.

#### 4. La situation de simulation comme situation d'échange entre acteurs.

Le fait que les situations de simulation s'inscrivent dans des contextes collectifs apparaît comme une dimension structurante des situations de simulation, que celles-ci soient mobilisées dans une perspective de conception ou de formation.

Dans les situations de simulation à des fins de formation, le simulateur n'est pas un médiateur passif. Il est non seulement manipulé par le formateur pour guider l'élaboration des compétences, et également piloté en cours de formation, par le jeu pédagogique de l'instructeur, qui peut suivant les réactions du ou des sujets, modifier certains paramètres de fonctionnement de la situation simulée en cours de session (Samurçay & de Keyser, 98). Une des raisons de ces ajustements en temps réel vient au fait que les formateurs tentent de faire évoluer la situation de manière à ce que les opérateurs soient toujours en situation de résolution de problème<sup>4</sup> (Pastré ??, Rogalski, 95). On peut rendre compte de l'importance de ces ajustements, en temps réel, en s'appuyant sur les travaux de Vygotski : les formateurs organisent les situations d'apprentissage en fonction des compétences des sujets, de manière à ce qu'ils travaillent le plus possible dans leur *zone de proche développement* (Pastré, 95).

Une grande partie de l'efficacité des situations de simulation vient donc du fait que par le biais de la situation simulée, l'activité du formateur s'intercalent entre l'opérateur et la situation de référence. En ce sens, il est possible de caractériser la formation en situation de simulation comme un "double processus de médiation" (Rabardel & Samurçay, 01). Une première médiation est réalisée par les caractéristiques de la situation simulée, comme on l'a vue ci-dessus. Mais une seconde médiation interpersonnelle est réalisée du fait même de

---

<sup>4</sup> Les études menées dans cette perspective montre d'ailleurs que l'activité du formateur a besoin d'être outillée par un modèle de l'activité du ou des apprenants (ref.).

l'activité du formateur, qui modifie les paramètres de fonctionnement du simulateur pour placer les apprenants face aux problèmes qui font l'objet d'un " contrat didactique " (Samurçay & Rogalski, 98).

Il semble qu'il n'en va pas autrement des processus de conception. Durant la conception, la médiation n'est pas seulement réalisée par l'intermédiaire d'un modèle, que le concepteur élabore au fur à mesure de son activité. Une grande partie des éléments qui composent le modèle est à rechercher dans l'activité d'autrui. Nous avons pu analyser une de ces médiations (que nous avons appelé "*médiation collaborative*", Béguin, 94) dans des situations d'usage de la CAO. Les concepteurs associaient à leur production une partie de ce qui avait été antérieurement produits par leurs collègues. La CAO, parce qu'elle offrait la possibilité d'une réutilisation des fichiers sans commune mesure avec ce qui était possible antérieurement facilitait ce processus. Durant la réutilisation, le résultat du travail d'un concepteur orientait et guidait l'action de l'autre<sup>5</sup>. On peut souligner que cette stratégie de guidage par la réutilisation facilitait la gestion de la cohérence entre les productions distribuées, qui constitue une dimension critique des processus de conception (Perrin, 97).

Les médiations interpersonnelles constituent une dimension centrale des démarches de prototypage, telles qu'elles sont aujourd'hui développées dans un contexte participatif (Bødker & Gronbaek, 97). C'est en tout cas comme cela qu'on en comprend l'enjeu : faire en sorte que l'activité de l'utilisateur " s'intercale " entre le concepteur et sa propre production pour la guider et l'orienter. Nous avons eu l'occasion de mettre en œuvre une telle démarche dans un processus de conception d'une alarme destinée à des sites classés SEVESO (Béguin, 02). Un prototype de l'alarme a été conçu par les concepteurs, puis des situations de simulation ont été produites pour que le prototype puisse être mis en œuvre dans l'activité des usagers. L'idée principale était que l'activité des usagers serait productrice de nouveauté, et en tout état de cause de nature à orienter l'activité des concepteurs. Cette hypothèse s'est révélée exacte : trois versions différentes de l'alarme ont été produites avant d'obtenir une version satisfaisante, alors que les concepteurs considéraient la version initiale comme diffusable. Mais la démarche a surtout mis en évidence que la situation de référence n'était ni conceptualisée, ni appréhendée sous le même aspect par les usagers et par les concepteurs. En effet, alors que pour les concepteurs, faisaient référence à l'accident majeur, les usagers faisaient référence à des risques " quotidiens ", a-priori moins risqués, mais néanmoins bien réels. À tel point qu'il nous a semblé possible d'argumenter que la situation d'échange entre usager et concepteur autour du prototype mettait en scène un face à face entre deux " mondes ", appartenant à deux catégories d'acteurs différents<sup>6</sup>. Dans cette situation de simulation, il n'y avait donc pas un, mais deux guidages : un premier où les conceptualisations et les ressources du concepteur sont confrontées au monde de l'usager. Et un second où les conceptualisations et les ressources de l'usager sont confrontés au monde du concepteur.

---

<sup>5</sup> Par exemple un projeteur de bureau d'étude "*instrumentation générale*" réalise un plan pour construction d'un process chimique dans un environnement à risque sismique. Le bureau d'étude du génie civil a pris un ensemble de choix sur la structure du bâtiment, dont certains contraignent le cheminement de la tuyauterie, tel que les axes de fer. Pour faire descendre ou monter des tuyaux, il faut éviter de rencontrer l'armature du bâtiment : percer les axes de fer fragiliserait sa structure. Cependant, des problèmes de perte de charge risquent d'apparaître. Dans cet exemple, le projeteur de l'instrumentation générale va faire apparaître les données "axes de fer" produites au génie civil de manière temporaire sur son écran. Cette réutilisation lui permettra d'incorporer les décisions d'autrui à titre de composant dans la définition de ses choix propres, et de garantir la cohérence entre les décisions qu'il est en train de prendre et celles, très contraignantes, définies par ses collègues du génie civil.

<sup>6</sup> On utilise ici le concept de "monde" dans le sens de Cassirer et Goodman, par distinction avec le sens qui est attribué à ce concept dans l'interactionnisme (Schutz, Becker).

Probablement n'est-il pas possible de complètement généraliser cet aspect. En effet, les situations de simulation à des fins de formation n'envisagent qu'un seul de ces guidages, celui qui va de "l'instructeur" vers le "novice". On peut néanmoins se demander s'il ne s'agit pas d'un cas limite. D'une part parce qu'il n'est pas rare que les formateurs apprennent des formés, d'autre part parce cette approche pourrait faire l'objet de discussion selon les théories de l'apprentissage qui sont sollicités.

Néanmoins, malgré cette différence, il semble que les situations de simulation gagneraient à être appréhendées comme une sorte de pont jeté entre acteurs hétérogènes, concepteurs et usagers, formateur et formé, comme un milieu commun vecteur d'échanges (Béguin & Weill-Fassina, 97). Une grande partie de l'intérêt des situations simulées vient du fait qu'elle permettent de s'affranchir des enjeux immédiats des situations et de leur temporalité, par le jeu de représentations objectivées du réel. Ces représentations sont destinées à d'autres acteurs. Simultanément aucune représentation objectivée, aucune situation simulée n'épuise le réel : il existe différentes versions possibles et acceptables d'un même réel, différents mondes possibles (Goodman, 87). Il s'ensuit que les situations de simulation permettent d'expérimenter différentes versions du monde. Mais il peut en résulter de nombreuses discordances, tant intra-psychiques, chez un même sujet, qu'inter-psychiques, entre les sujets, et de nombreux conflits cognitifs. Ces décalages constituent autant d'occasions pour des développements nouveaux.

Néanmoins, pour rendre compte de cette dernière dimension, il faut examiner dans quelle mesure les situations de simulation favorisent un retour réflexif. C'est l'objet du chapitre suivant.

## 5. Simulation et réflexivité<sup>7</sup>

L'utilisation d'une situation simulée ne permet pas seulement de s'affranchir des contraintes et des enjeux immédiats des situations de référence. Elles permettent aussi une distanciation avec l'action. Many authors have noted that designers proceed by representing a design idea in some medium, reflecting on the representation, and then modifying it (Herbert, 93, Schön, 87). Dans ce processus cyclique, le concepteur apprend quelque chose de ses propres représentations extériorisées, découvre de la nouveauté en prenant appuie sur sa propre production (Béguin, 94). Ce processus particulier est néanmoins révélateur d'une dimension plus générale : on ne peut être à la fois dans l'action et comprendre tout ce qui s'y passe. Alors on agit et on remet à plus tard la compréhension. Les situations de simulation, lorsqu'elles sont bien conduites, offrent la possibilité de revenir réflexivement sur l'action elle-même.

Dans les situations de simulation à des fins de formation, ce retour réflexif et après-coup est constitutif des sessions de formation : c'est la phase de "débriefting", qui suit l'action sur le simulateur. Bien qu'elle fasse seulement l'objet de recherche, l'importance de cette phase d'analyse ex-post apparaît comme un des résultats les plus significatifs d'une recherche menée sur l'apprentissage de la conduite de centrale nucléaire sur simulateur (Pastré, 99) : dans le feu de l'action, les sujets sont souvent le jouet des événements. Ce n'est qu'après coup, et à

---

<sup>7</sup> Le terme " réflexivité renvoie ici à un processus qui consiste à prendre l'action et ses arrière plans comme un objet dans l'activité du sujet.



partir d'enregistrement vidéo de leurs actions ou de traces de l'évolution du processus qu'ils peuvent découvrir la logique qui explique l'enchaînement des faits.

C'est cette démarche d'analyse ex-post de l'action que les ergonomes de langue française appellent " *auto-confrontation* ". Elle consiste à favoriser, chez un sujet (un " utilisateur "), un retour réflexif sur sa propre action à partir de l'enregistrement de traces observables de l'activité (enregistrement vidéo) et de la situation (enregistrement des paramètres)<sup>8</sup>. L'action est alors prise pour objet de l'activité. Cette méthode est particulièrement intéressante dans le cadre d'un participatory design. Un exemple, qui porte sur la reconception d'un poste de commande et de navigation<sup>9</sup> d'un avion de combat de la marine nationale (Amalberti & Coll., 99). permet d'en montrer l'intérêt. Il s'agissait de comparer deux démarches.

- Démarche a : recueil auprès de 7 pilotes utilisateurs de remarques et de propositions de solutions techniques de l'interface actuelle.
- Démarche b : mise en situation de simulation suivi de l'autoconfrontation, puis à nouveau recueil de remarques et de propositions de solutions techniques de l'interface actuelle.

Les résultats montrent l'effet spectaculaire de la mise en situation suivie de l'autoconfrontation. En effet, cette dernière majore de 42 % la totalité des remarques formulées entre les phases a et b (cette dernière étant à l'origine de l'expression de 57 % des raffinements dans les remarques, de 45 % des solutions techniques et de 30 % de remarques complémentaires).

On peut souligner sur cette base deux points. Le premier porte sur la nécessité d'une l'analyse de l'activité ex-post bien conduite. Ce rôle est en effet le plus souvent assuré par le formateur ou par le concepteur, qui n'en maîtrisent pas toujours les bases. Le second point, c'est que des résultats tels que ceux que nous venons de présenter sur l'autoconfrontation sont considérés en ergonomie de langue française comme une démarche durant laquelle les opérateurs développent les conceptualisations dont ils ont besoin pour parler de leurs propres activités. En ce sens cette méthode est une condition à la participation of users in the transformation of their work situations (Teiger, 93, Schwartz, 93, Béguin, 98). Mais simultanément, nous pensons que les dynamiques à l'œuvre qui sont loins d'être comprises, et méritent en tous cas d'être mieux appréhendées. Comment expliquer de tels résultats ? On reprendra ici une ligne d'analyse déjà développée dans Pastré (98, 00) et Béguin & Pastré (02).

L'analyse de protocole de debriefing dans des situations de formation montrent que les novices commencent par transformer leur vécu en récit, en retenant des épisodes critiques, et ce n'est qu'ensuite qu'ils généralisent, en émettant des hypothèses et en recherchant des éléments de validation à partir des traces objectives dont ils peuvent disposer. Bruner (86) a attiré l'attention sur l'importance du récit dans le cadre d'une psychologie culturelle. Selon l'auteur, l'édification et l'expression des connaissances empruntent deux voies possibles : le mode logico-scientifique du modèle, propre aux sciences de la nature, et le mode narratif du récit, dont la finalité est " *de donner sens à l'expérience* " (p 28). Les debriefing et l'autoconfrontation semblent se dérouler sur le second de ces modes. Néanmoins Bruner fait une coupure très (trop) franche entre ce qui relève de la science et ce qui relève du récit, qu'il identifie dans la littérature (poésie, conte, roman), et pas dans les sciences sociales (comme en

---

<sup>8</sup> L'autoconfrontation n'est pas systématiquement associée à la simulation. Néanmoins, dans de nombreuses situations il est intéressant de passer par des phase de simulation, du fait des contraintes de l'observation.

<sup>9</sup> Le pilote saisi sur ce dispositif, et avant chaque mission, les coordonnées en latitude, longitude et altitude des différentes étapes du plan de vol.

histoire)<sup>10</sup>. Dans le cadre d'une approche herméneutique, Ricoeur apporte deux idées qui nous semblent fécondes.

Première idée, Ricoeur part d'une distinction proche de celle de Bruner, entre “ *expliquer* ” et “ *comprendre* ”. Alors que l'explication désigne la recherche d'intelligibilité d'une situation dans sa singularité, la compréhension désigne la construction de relations générales entre variables qui pourront être réinvesties dans un grand nombre de situations. Mais contrairement à une version romantique de l'herméneutique, Ricoeur pose que, dans les sciences humaines, il faut “ *expliquer plus pour comprendre mieux* ”. Du coup, on en retire l'idée d'un double étayage possible entre ce qui relève du général ou du modèle d'une part et ce qui relève du récit, du singulier et du sens d'autre part. Or, dans ce double étayage, l'enregistrement des traces de l'activité et des paramètres de la situation apparaît stratégique. C'est en effet à partir des traces objectives dont ils peuvent disposer que s'effectue la généralisation.

Seconde idée, Ricoeur argumente que le temps n'est pas soluble dans le concept : il reste toujours quelque chose qui résiste. Comment alors rendre intelligible les faits humains (l'histoire, l'action) dans leurs dimensions temporelles ? Dans la construction de récit. Deux concepts aident à en rendre compte des dynamiques à l'oeuvre :

- Le premier est le concept d'intrigue. L'intrigue permet de transformer un vécu sans queue ni tête en un récit, qui comporte un point de départ, un déroulement, et une fin heureuse ou malheureuse. En ce sens, l'intrigue permet de mettre à distance le vécu.
- Le second est le concept de “ *rérodiction* ”, proposé par P. Veyne (71, 78). La *rérodiction* est l'inverse de la *prédiction*. Au lieu de se tourner vers l'avenir pour calculer les chances qu'un événement survienne, on se tourne vers le passé : un événement s'étant produit, qu'elle est la probabilité que l'explication que je peux en fournir soit la bonne ? Les “ *debriefings* ” ou “ *autoconfrontations* ” menées à partir des situations de simulation facilitent de tels processus : on y connaît la fin de l'épisode. Les opérateurs peuvent, en tant qu'historien de leur propre passé, reconstruire les épisodes en un enchaînement intelligible, en s'appuyant sur le fait qu'ils en connaissent la fin.

Debriefings or self-confrontations emanating from simulated situations facilitate such processes :

## **Bibliographie**

Amalberti, R., Maugey, B., Béguin P., Reuzeau, F., Colas, R. (1999) : Enjeux et méthode de la participation des usagers dans la conception des cockpits d'avions civils et militaires : résultats et hypothèses de recherche. *Rapport de recherche des projets GIS "Sciences de la cognition" (cognisciences) et "Système de production" (Prosper)*. MRASH, Lyon, 18 Mars 1999.

Bannon, L., Bødker, S. (1991). Beyond the interface: encountering artefact in use. *Designing interaction: Psychology at the human computer interface*, J. Carroll (ed.) Cambridge University Press, pp 227-253.

Beach K.D. (1993). Becoming a bartender : the role of external memory cues in a work oriented educational activity, *Applied Cognitive Psychology*, Vol.7, pp 191-204

---

<sup>10</sup> il faut néanmoins souligner que dans un ouvrage ultérieur Bruner verra dans le droit un des formes du récit.

- Béguin, P. (1994) : *Travailler avec la C.A.O. en Ingénierie Industrielle : de l'individuel au collectif dans les activités avec instruments*. Ph D, laboratoire d'Ergonomie CNAM Paris, 235 pages.
- Béguin P. and Weill-Fassina A. (1997) : De la simulation des situations de travail à la situation de simulation. *La simulation en Ergonomie : connaître, agir, interagir*. Béguin P. and Weill-Fassina A. (Eds). Octarès, Toulouse, pp 5-28.
- Béguin, P. and Rabardel, P. (2000). Designing for instrument mediated activity. *Scandinavian Journal of Information Systems, special issue on Information technology in human activity* O. Bertelsen, S.Bødker (eds), Vol.12, 2000, pp 173-190.
- Béguin, P (2002) : Design as a learning process between users and designers. To be published in "*Interacting with Computers*".
- Bødker, S. (1989). A human activity approach to user interfaces. *Human computer interaction*, 1989, Vol. 4, pp 171-195.
- Bødker, S. and Grønboek K. (1996). Users and designers in mutual activity: an analysis of cooperative activities in systems design. In *Cognition and communication at work*. Y. Engeström & D. Middleton (Eds). Cambridge University Press.
- Bronckart J.P. -1987- Les conduites simulées. Introduction in Piaget J., Mounoud P., Bronckart J.P. (Ed.), *Psychologie*. Gallimard, Encyclopédie de La Pléiade. pp.1653-1662.
- Bruner, J. (1996). *The culture of education*. Havard College University Press.
- Charlesworth W.R. (1976). Human Intelligence as adaptation : an ethnological approach. *The nature of intelligence*. Resnick L.B (Ed.), Hillsdale, N.J. Erlbaum.
- Cole, M. (1996). *Cultural psychology: once and future discipline?* Harvard University Press.
- Dörner, J. (1987) : On the difficulties people have with complexity. *New technology and human errors*. J. Rasmussen, K. Duncan, J. Leplat (eds). Wiley & Sons (pp 97-109).
- Dubey, G. (1997). Faire "comme si" n'est pas faire. *La simulation en Ergonomie : connaître, agir, interagir*. Béguin, P., A. Weill-Fassina (eds.), Octarès, Toulouse.
- Goodman, N., 1878, *Ways of Worldmaking*. Hackette Publishing Company.
- Herbert, D., M., 1993, *Architectural study drawings*. New York : Van Nostrand Reinhold
- Leplat J. (1992). Simulation and generalization Work context : some problems and comments. In Brehmer B. (Ed.) In *Models of Human Activities in Work Context*. Separate papers. Riso National Laboratory , Roskilde, Denmark. Vol. 1, pp.15-24
- Meyerson, Y (1949). *Les fonctions psychologiques et les œuvres*. Paris: J. Vrin.
- Morgan, M. and Morrison, M.S. (1997). Models as a mediating instrument. *Models as mediators. Perspectives on natural and social sciences*. Morgan, M. and Morrison, M.S. (eds). *Ideas in context*. Cambridge.
- Nardi B. -1996- Studying context : a comparison of activity theory, situated action models, and distributed cognition. Dans Nardi B. (Ed.), *Contexts and Consciouness : activity theory and Human-Computer interaction*, MIT Press. Pub. Cambridge (Mass). U.S.A.
- Newell, A. and Simon, H. (1972) *Human problem solving*. Prentice Hall, Englewood cliffs, NJ.
- Ochanine, D.A. (1966). The operative image of a controlled object in "man automatic machine". *XVIIUth International Congress of Psychology, Symposium 27, Theoretical problems of man machine systems*. Moscow.
- Pastré P. (1995). Problèmes didactiques posés par les simulation. *Performance humaines et techniques*. N° 75/76, pp 44-53.

- Pastré, P. (1999). Comprendre après coup grâce à la simulation. *Education Permanente*. n° 139, pp90-115.
- Perrin, J. (1997) : Introduction générale. *Construire une science des techniques*. Perrin J. (ed). L'interdisciplinaire, coll. Technologies
- Rabardel, P. and Samurçay, R., (2001). Artifact mediation in Learning, *new challenges to research on learning, International symposium organized by the Center for Activity Theory and Developmental Work Research*, University of Helsinki, March 21-23, 2001
- Rabardel P. -1995- : *Les hommes et les technologies. Approches cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin, Paris.
- Resnick, L., Levine, J., Teasley, S., (1991) : *Perspectives on socially shared cognition*, Washington, DC : American Educationnal Research Association.
- Ricoeur, P. (1986). Du texte à l'action. Paris, Le Seuil.
- Rogalski J. (1995). From real situations to training situations : conservation of functionalities. *Expertise and technology : Cognition in human computer cooperation*. Hoc J.M. , Cacciabue C. , Hollnagel E. , (Ed.) Hilldale, New-Jersey. Lawrence Erlbaum Association. pp. 125-139.
- De Keyser, V. and Samurçay, R. (1998) Théorie de l'activité, cognition située et simultauers. *Le travail Humain*, 61, 306-312.
- Samurçay R., Rogalki, J. (1998). Didactic use of simulations. *Le travail Humain*, 61/4, 33-360
- Sanders A.F.- 1991- Simulation as a tool in the measurement of human performance. *Ergonomics*, Vol. 34 N° 8 pp. 995-1025.
- Schön, D., 1987, *Educating the reflective practitioner*. San Francisco, Jossey Bass.
- Schwartz, Y. (1988). *Expérience et connaissance du travail*. Paris, Messidor
- Veyne, P. (1978). Comment écrit-on l'histoire ? Paris, Le Seuil "Point".
- Villemeur -1988- *Sureté de fonctionnement des systèmes industriels. Fiabilité-Facteurs humains- Informatisation*. Eyrolles. Collection de la Direction des Etudes et recherches d'Electricité de France. Paris.France. 370 pages.
- Wisner, A. (1995): Understanding problem building: Ergonomics Work analysis. *Ergonomics*, 38, pp 596-606.