



**HAL**  
open science

## “ Scénarios-enquêtes ” et maquette numérique en situation de formation

Artémis Drakos, Geneviève Filippi, Germain Poizat, François Palaci

### ► To cite this version:

Artémis Drakos, Geneviève Filippi, Germain Poizat, François Palaci. “ Scénarios-enquêtes ” et maquette numérique en situation de formation. 52ème Congrès de la SELF - Présent et Futur de l’Ergonomie, Sep 2017, Toulouse, France. hal-02497720

**HAL Id: hal-02497720**

**<https://hal.science/hal-02497720>**

Submitted on 3 Mar 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## « Scénarios-enquêtes » et maquette numérique en situation de formation

Artémis DRAKOS<sup>1,2</sup>, Geneviève FILIPPI<sup>2</sup>, Germain POIZAT<sup>1</sup>, Francois PALACI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Genève, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation,  
boulevard du Pont d'Arve 40, 1211 Genève 4,

artemis.drakos@unige.ch  
artemis-externe.drakos@edf.fr

<sup>2</sup> EDF Lab Paris-Saclay, 7 boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau

Le « virage numérique » de la formation que prennent de nombreuses entreprises doit s'accompagner du développement de programmes de recherche technologique en formation. La recherche présentée porte sur la conception et l'analyse d'une situation de formation dans le secteur industriel. Cette situation mobilise de manière conjointe des « scénarios-enquêtes » (une forme originale de mise en situation) et la maquette numérique d'un bâtiment industriel complexe. L'analyse de cette situation met en lumière des éléments significatifs de l'expérience des formés et des attentes du formateur. Les évolutions les plus récentes de ce dispositif de formation, en vue de favoriser la qualité des apprentissages, sont présentées. Enfin, des pistes de résolution du « paradoxe de l'ergonomie de formation » sont proposées.

Mots-clés : formation des adultes ; maquette numérique ; analyse de l'activité ; scénarios.

## « Investigation-scenarios » and digital mockup in training situation

The trend for digital learning within companies must be grounded in the development of technological research training programs. This paper focuses on the design and analysis of a training situation in an industrial setting. This situation relies on both 'investigation-scenarios' and a digital mockup of a complex industrial building. The analysis of this situation sheds light on significant elements of trainees experience and trainer expectations. The most recent evolutions of this training setting, made to improve learning quality, are presented. Eventually, ways to solve the 'paradox of training ergonomics' are proposed.

Keywords: vocational training; digital mock-up; activity analysis; scenarios.

\*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Toulouse du 20 au 22 septembre 2017. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante : Drakos, A., Filippi, G., Poizat, G. & Palaci, F. (2017). « Scénarios-enquêtes » et maquette numérique en situation de formation. 52<sup>ème</sup> Congrès de la SELF - Présent et Futur de l'Ergonomie (Toulouse, 20-22 septembre).

## Introduction

De nombreuses entreprises du secteur industriel ont l'ambition d'augmenter la digitalisation des cursus de formation de leurs salariés. Nombre de ces entreprises attendent de ce virage numérique de la formation, parfois de manière quelque peu naïve (Glikman, 1997), une manière de faire face au renouvellement générationnel que beaucoup connaissent. Dans cette perspective, de grands projets sont lancés, qui visent à accélérer la transmission des compétences entre générations d'opérateurs et à soutenir la mise en place de dispositifs de formation au plus près du terrain. Il s'agit d'éviter la perte des savoirs techniques liée au départ des anciens et aussi de réduire les coûts de la formation. Ainsi, des cursus de formation spécifiques à chaque métier sont développés, les innovations pédagogiques encouragées (Boccaro & Filippi, 2017) et leurs supports technologiques renouvelés (Dalgarno & Lee, 2010).

C'est dans ce contexte qu'une recherche menée depuis deux ans s'est attachée à étudier l'intérêt de l'utilisation d'une maquette numérique 3D d'installations industrielles à des fins de formation de nouveaux embauchés.

Cette maquette numérique, qui prend la forme d'un logiciel (figure 1), permet la visualisation d'un bâtiment industriel particulièrement complexe et difficilement accessible en dehors des périodes d'arrêt de production pour maintenance. Il est possible à son utilisateur de « naviguer » dans les onze étages de ce bâtiment via différents modes de visualisation (photos sphériques, 3D, nuages de points), d'annoter ces visuels, de mesurer des distances, de lancer des calculs d'itinéraires et de capitaliser l'ensemble de ces éléments dans un « dossier projet ».

La visée initiale de cet outil de visualisation est de faciliter la préparation des chantiers lors des arrêts de production, en aidant à la prise en compte des contraintes spatiales sans avoir à rentrer physiquement dans ce bâtiment.

### Une démarche d'ergonomie des situations de formation

La recherche présentée dans cette communication est menée avec l'idée que cette maquette numérique peut avoir, au-delà de sa visée initiale, un fort potentiel pour la formation des techniciens d'exploitation récemment embauchés et appelés à intervenir dans ces bâtiments à accès restreint.

Cette recherche s'inscrit dans un programme de recherche en formation dont la visée technologique se concrétise par la conception de dispositifs favorisant l'apprentissage/développement des acteurs (Durand, 2008). Dans cette perspective, il s'agit d'envisager la conception de situations de formation à partir d'une analyse de l'activité donnant lieu à expérience en situation de travail ainsi qu'en situation de formation. La démarche adoptée ici ressort de « l'ergonomie de formation » (Horcik & Durand, 2011). Cette démarche itérative se déroule selon trois temps : i) l'analyse de l'activité des formateurs et des formés en situation initiale ; ii) à partir de cette analyse, la conception d'une nouvelle situation de formation afin d'en améliorer la pertinence ; iii) l'analyse des transformations de l'activité dans cette nouvelle situation.

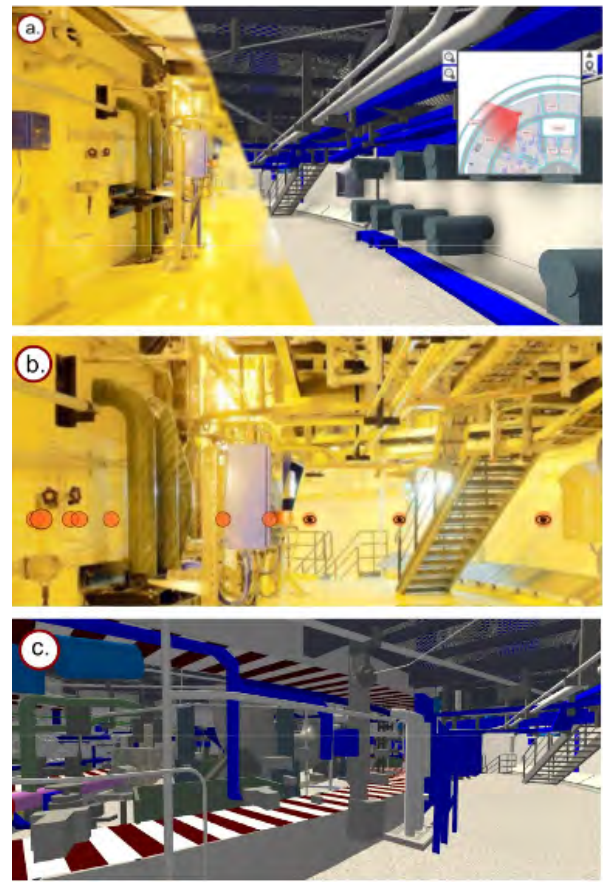


Figure 1 : Il est possible de naviguer dans la maquette numérique via la vue 3D (a et c) et la vue photos sphériques (b) (reproduit d'après Hullo, Thibaut & Boucheny, 2015).

Dans cette logique itérative, le premier temps de la recherche a consisté à analyser une utilisation de la maquette numérique par les formateurs, comme simple support à l'animation de cours lors de la formation initiale en salle des futurs techniciens. Cette première étude nous a conduit, dans un second temps, à mettre en place avec un formateur une deuxième situation d'utilisation de la maquette, que nous avons appelé *scénario-enquête*, permettant aux formés de « jouer » en recherchant des indices dans la représentation du bâtiment en question. Cette communication porte sur cette seconde phase de la recherche. Elle décrit d'abord le processus général de conception de ces *scénarios-enquêtes*. Elle explicite ensuite l'analyse de l'activité menée durant les sessions de *scénarios-enquêtes*, puis revient sur les choix faits par le formateur lors de leur conception. La partie conclusive porte sur les évolutions les plus récentes du dispositif et propose une discussion sur le « paradoxe de l'ergonomie de formation ».

### La conception de la situation de formation « scénarios-enquêtes »

Le *scénario-enquête* constitue en une mise en situation simulée des futurs techniciens auxquels il est demandé de mener une enquête se déroulant dans le bâtiment industriel modélisé.

Concrètement, cette situation de formation co-concue

par les chercheurs et les formateurs, consiste à demander à des binômes de stagiaires de cheminer dans la modélisation 3D du bâtiment afin de répondre à une série de questions. La conception du questionnaire s'est inspirée d'une fiche de manœuvre sur une fiche de manœuvre<sup>1</sup> existante que tout technicien d'exploitation habilité peut être amené à réaliser dans ce bâtiment. Des binômes de formés, équipés d'un ordinateur avec la maquette numérique, réalisent cette fiche de manœuvre en interagissant eux-mêmes avec la maquette numérique, en naviguant au sein des photos sphériques panoramiques de l'intérieur du bâtiment et en cherchant les équipements sur lesquels ils doivent agir. À travers ces *scénario-enquête*, les futurs techniciens sont placés dans des situations qui peuvent leur paraître ambiguës et où ils doivent faire face à des questionnements qu'ils pourraient avoir pendant leurs premières entrées dans ce bâtiment. Le choix de la dénomination *scénario-enquête* fait référence au registre à la fois narratif, exploratoire et ludique des jeux d'enquêtes policières. En effet, les principes qui nous ont guidés lors de la conception de ces *scénarios-enquêtes* comme situation de formation sont triples.

Tout d'abord, en partant de l'hypothèse que la perception est guidée par l'action (Conein & Jacopin, 1994), il nous a semblé important de proposer aux formés d'interagir activement avec la maquette numérique pour appréhender l'agencement spatial du bâtiment, plutôt que de regarder passivement le formateur faire comme c'était le cas dans la première situation. Cette construction de connaissances spatiales figure de la sorte un apprentissage/développement en lien avec leur vécu et leur expérience à l'intérieur du bâtiment.

Ensuite, la notion d'*enquête*, sur le modèle de l'enquête policière, renvoie à l'hypothèse que pour apprendre, il faut expérimenter, se poser des questions et résoudre des problèmes.

Enfin, le caractère ludique associé aux jeux d'enquêtes et à la navigation à la mode « google street » dans les photos 3D de la maquette, permet aux futurs techniciens d'exploitation de sortir d'une situation d'apprentissage purement utilitaire pour ouvrir vers une situation « à part » du reste de leur formation, dont il est raisonnable de penser qu'elle a un effet positif sur l'apprentissage.

Par ailleurs, il faut noter que le choix de la fiche de manœuvre à la base du questionnaire a été orienté par les résultats de la première étude de cette recherche qui avaient mis en évidence la difficulté des formés à se rappeler des caractéristiques fonctionnelles de certaines vannes dont la manipulation est rare mais importante pour la sécurité industrielle de l'installation. Cet objectif pédagogique nous a donc conduits vers la fiche de manœuvre choisie dans la mesure où elle requiert la manipulation de plusieurs de ces vannes.

## Méthode d'analyse de l'activité de formation pendant les scénarios-enquêtes

L'analyse de l'activité en situation de formation s'est inscrite dans le cadre théorique et méthodologique du cours d'action (Theureau, 1992 ; 2015).

Le dispositif de formation autour des « *scénario-enquêtes* » a été expérimenté une première fois par 6 binômes de stagiaires appartenant à la première promotion de techniciens d'exploitation stagiaires disposant de la maquette numérique. Par la suite, deux autres promotions de stagiaires, soit une vingtaine de binômes, ont réalisé un *scénario-enquête* sur une durée de 2 ans.

Cette séance pédagogique est planifiée sur une demi-journée. La séance commence avec une introduction aux fonctionnalités et à la manipulation de la maquette numérique de 15 minutes, suivie par le déroulé du *scénario-enquête* où les formés réalisent la fiche de manœuvre en interaction avec la maquette numérique pendant environ 90 minutes. Un temps de débriefing de 60 minutes permet à chaque binôme de restituer aux autres leur enquête.

Les données recueillies pour cette recherche ont consisté en des enregistrements audio-visuels de l'activité d'une quinzaine de binômes stagiaires lors de la séance de *scénarios-enquête*, suivis d'entretiens d'auto-confrontation menés individuellement avec une dizaine de stagiaires volontaires et avec le formateur.

Ces entretiens visent à rendre compte du niveau d'activité qui est significatif pour les acteurs (*ibid.*). En mettant en vis à vis les données sur la situation de formation observée/filmée et les transcriptions des entretiens, le cours d'expérience des acteurs, formés et formateur, a été reconstruit en s'intéressant plus particulièrement à l'apprentissage et au développement qui a été formalisé par des graphes de l'activité.

## Résultats

Les résultats de cette étude mettent en évidence des *préoccupations*<sup>2</sup> et expériences-types des formés, lors de la réalisation du *scénario-enquête* avec la maquette numérique, au regard des attentes du formateur concernant leurs apprentissages et le déroulement de la séance de formation.

### Expérience d'un technicien en formation au cours de la recherche d'une vanne

Le principal résultat de l'étude montre que les stagiaires, à travers ce dispositif de formation, ont construit des connaissances qu'ils n'auraient pas pu, selon toute vraisemblance, construire autrement.

Prenons le cas d'un technicien d'exploitation en formation, que nous appellerons Théo pour les besoins de cette communication. Dans le *scénario-enquête* qu'il devait réaliser, l'une des missions de Théo était de localiser

1 Une fiche de manœuvre est un document opératoire qui guide pas à pas le détail des actions à suivre pour effectuer une manœuvre d'exploitation, comme par exemple le lignage d'un circuit.

2 Le concept de « préoccupation » est défini dans le cadre théorique du cours d'action et englobe les intentions, projections, focalisations, sentiments ou attentes d'un ensemble de possibles d'un acteur engagé dans son activité.

une vanne dans le bâtiment. L'analyse de son activité met en lumière des constructions de connaissances et des expériences-types liées à la réalisation du scénario et à la spécificité de la vanne recherchée, telles que : i) imaginer le positionnement et la taille de la vanne par rapport à son rôle dans le circuit ; ii) savoir situer la vanne demandée ; iii) mettre en image, à l'aide de la maquette numérique, des matériels dont on lui avait parlé mais qui n'étaient pas directement en lien avec le scénario ; iv) comprendre le rôle et le choix de l'emplacement d'un équipement donné à un endroit spécifique.

Pour localiser la vanne ABC 079 YZ, Théo a saisi son repère (i.e. son identifiant) dans le l'outil de visualisation mais deux locaux possibles ont été retournés par l'outil. « *Là je cherchais la vanne ABC 079 YZ. J'ai tapé le repère de la vanne là-haut et il sortait deux locaux qui étaient sur deux étages différents. Alors tu ne sais pas ce que tu vas retrouver à quel étage. Tu ne sais pas pourquoi il te met deux locaux différents, tu te dis est-ce que t'as juste un morceau du tuyau qui passe mais il n'y a rien d'écrit dessus, tu vois ? Tu ne sais pas...* ». Pour poursuivre sa recherche, Théo a finalement choisi l'un des deux locaux au hasard. Les deux locaux se trouvaient l'un juste au-dessus de l'autre et avaient la même disposition (figure 2).

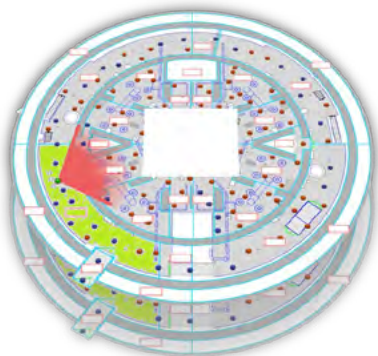


Figure 2 : Mode de visualisation « plan » de la maquette numérique. En vert le local dans lequel se situe la vanne recherchée par le futur technicien ; en rouge l'orientation à l'intérieur de la photo sphérique. Les petits points rouges et bleus correspondent à des photos sphériques consultables.

L'une des premières connaissances mobilisées qui ont aidé Théo à spécifier sa recherche, a été que la vanne était sur une « *traversée mécanique* ». En sachant qu'une traversée tire son appellation du fait qu'elle *traverse* le mur extérieur du bâtiment, Théo a orienté sa recherche vers les tuyauteries qui se trouvent à proximité du mur extérieur du local, sa *préoccupation* étant de rester dans les limites de l'espace relatif à ce local. Pour cette raison, Théo a souvent alterné entre la représentation en photos sphériques et la représentation en plans.

Une autre composante de l'expérience de Théo lors de la réalisation de ce scénario-enquête est intéressante à évoquer. Théo a mis en lien les informations qu'il avait à partir du *repère* de la vanne et la connaissance qu'il avait du circuit, grâce à laquelle il a pu déduire la taille et la couleur des tuyauteries sur lesquelles se trouvent la vanne ABC 079 YZ : « *c'est un YZ, donc il véhicule de la flotte, donc le tuyau doit être vert. [...] ABC, c'est le circuit de refroidissement. Tu peux imaginer que tu ne vas pas non plus chercher une petite conduite, tu t'attends à retrouver une conduite avec un diamètre très conséquent, comme ça len*

*montrant avec ces mains un cycle d'un diamètre de 25 cm* ». Théo a alors poussé sa recherche en examinant tous les gros tuyaux qui traversaient le mur extérieur du bâtiment, en zoomant à chaque fois sur la photo pour regarder le repère de la vanne. C'est en procédant ainsi qu'il a découvert une vanne qui n'avait pas d'étiquette de repère mais qui avait un piquage qui remontait vers le plafond du local. C'est cette configuration inhabituelle qui l'a conduit à penser que la vanne qu'il cherchait se situait peut-être à la suite du tuyau qui remontait, de l'autre côté du plafond. Il a donc changé de niveau à partir de la vue « plan », a trouvé la photo sphérique qui se situait au même endroit dans le local et a trouvé ainsi la tête de la vanne. En zoomant dessus, il a pu confirmer qu'il s'agissait bien de la vanne qu'il cherchait.

Même si sa *préoccupation* initiale était de trouver la vanne en question, Théo a navigué dans le local en zoomant et en regardant d'autres éléments, non nécessaires *a priori* pour réussir le *scénario-enquête* mais ayant fait sens dans son activité. Ainsi, par exemple, un portillon situé en plein milieu d'escaliers a attiré son attention durant son exploration virtuelle : « *j'ai pris le temps d'aller voir ce portillon, je ne me suis pas focalisé juste à trouver la vanne. C'est des choses que j'ai déjà vu en entrant mais que je n'ai jamais prêté attention. Donc voir le portillon, savoir pourquoi il est là. S'il y en a un c'est qu'il sert à quelque chose* ». Après un échange avec le formateur, Théo a compris ce qui avait motivé le choix de l'emplacement de ce portillon et a intégré les effets/contraintes de son activité en lien avec ce dernier ; c'est en effet aux techniciens d'exploitation, en cas d'incident dans le bâtiment, de déverrouiller ce type de portillons pour ne pas mettre en danger la sécurité des autres intervenants.

#### Retour sur la conception du scénario-enquête : projections et attentes du formateur

Lors de la conception du *scénario-enquête*, le formateur a du faire des choix concernant le type de vannes à introduire dans le scénario. Son attente était que les futurs techniciens puissent au travers l'agencement spatial des locaux réaliser des apprentissages en lien avec ce qu'il a nommé « *le fond du métier* », c'est-à-dire des connaissances faisant partie de la culture d'action des techniciens d'exploitation (telles que les conditions d'accès dans le bâtiment qui varient en fonction de l'état du process de production, les modes de collaboration avec d'autres métiers, les différentes manières de communiquer avec ses pairs et ses collègues).

Il souhaitait également aborder des manœuvres qui se font dans des situations à risque mais aussi provoquer des apprentissages sur la disposition spatiale de différents matériels dans le bâtiment et leurs fonctionnalités. La manière de manœuvrer certains équipements et, plus largement, leur rôle dans leur circuit et leur articulation avec les autres circuits de l'installation étaient au centre des attentes du formateur.

La *préoccupation* du formateur lors de l'exemple cité ci-dessus, était de permettre aux stagiaires de visualiser un type de vannes qui sont rares et très particulières dans la mesure où leur manœuvre se fait à l'aide d'une commande déportée (le corps et le volant de manœuvre ne se trouvant pas dans le même local). Ces vannes sont également particulières du fait de leur appartenance à des circuits qui sont à haut risque de contamination en cas d'incident. Pour que les techniciens puissent les



manœuvrer à tout moment en toute sécurité, leur volant se trouve derrière un mur de béton ou situés à un étage ou dans un local différent que celui du reste de la tuyauterie. Le formateur voulait donner aux formés une vision complète de la vanne (tête et corps) dans la mesure où une visite physique ne permet pas l'observation de l'intégralité de la vanne.

Compte tenu de l'importance de cette vanne et du circuit correspondant en terme de sécurité industrielle, le formateur considérait comme essentiel que les futurs techniciens connaissent la localisation de chaque élément de ce circuit dès ce stade de leur formation, afin d'être en capacité, en cas de nécessité, d'aller directement dans le local où se trouve le volant de manœuvre et éviter ainsi de s'exposer à des risques inutiles.

## Discussion / Perspectives

### Des scénarios-enquêtes « augmentés »

À ce jour, les *scénarios-enquêtes* ont été mis en place pour trois promotions de formés à intervalle de six mois. Pour chaque nouvelle promotion, suite à l'analyse de la situation de *scénario-enquête* précédente, l'environnement de formation (la maquette numérique, le *scénario-enquête*, les modalités d'interaction entre formés, entre formés et formateur) a été enrichi pour favoriser la construction de connaissances chez les formés.

Ainsi, par exemple, au cours de ces trois sessions, des difficultés spécifiques ont été identifiées, en lien avec l'apprentissage des manœuvres de certaines vannes. Aussi une nouvelle étape a-t-elle été « incorporée » aux *scénarios-enquêtes*, qui consiste à ce que les formés manœuvrent des maquettes physiques de ce type de vannes. La complexité des manœuvres et la diversité des organes font en effet que les formés avaient besoin de reproduire physiquement le geste technique pour répondre aux questions du *scénario-enquête*. Cette observation s'inscrit dans la lignée des travaux sur la centralité du geste dans l'apprentissage et la cognition (Roth, 2001). Les *scénarios-enquêtes* de la situation initiale, purement « numériques » ont ainsi évolué vers des *scénarios-enquêtes* « augmentés », « étendus », combinant interaction avec la maquette numérique et manipulations physiques.

De même, une autre étape ayant trait à la préparation de l'intervention a été ajoutée pour compléter la situation de formation et permettre aux formés de mieux comprendre le contexte général, l'état de l'installation industrielle au moment de la réalisation de leur fiche de manœuvre, mais aussi les conditions d'accès dans le bâtiment, ainsi que les parties de la manœuvre qui doivent être réalisées en collaboration avec d'autres métiers. Cette étape a permis de « donner du sens » à l'histoire du scénario pour les formés.

Ces deux ajouts permettent de favoriser un engagement particulier des formés dans la situation, celui d'une activité mimétique (Poizat, Durand & Theureau, 2015). Les travaux de Horcik, Savoldelli, Poizat et Durand (2014) dans le cadre de la formation par simulation des infirmiers anesthésistes, ont montré que cette activité mimétique relevait du travail mais aussi de la formation, rapprochant ainsi travail et formation.

### Le scénario-enquête, un type d'« espace d'actions encouragées »

Dans une perspective énaactive, l'activité humaine est essentiellement autonome, c'est-à-dire qu'elle consiste en un couplage structurel entre l'acteur et son environnement (Maturana & Varela, 1994). L'apprentissage et le développement des formés ne sont donc pas un processus isolé, mais se font en interaction avec l'environnement spécifique à chaque formé. Dans cet environnement émergent des « éléments perturbateurs » propres à chacun qui participent à la construction de l'activité et donnent lieu à des nouveaux apprentissages. Or le formateur n'a pas accès à ces environnements, c'est-à-dire aux mondes propres des formés.

Dès lors, comment la conception d'une situation de formation est-elle possible? Comment tenter de résoudre ce que l'on serait tenté d'appeler le « paradoxe de l'ergonomie de formation »? Il semble possible d'y parvenir en renouvelant la manière dont on pense le rôle du formateur et son activité.

Ainsi, le formateur peut modifier l'environnement des formés (dont lui-même fait partie) et introduire des éléments qui déclencheront plausiblement des transformations, lesquelles donneront lieux aux apprentissages souhaités par le formateur. Ces perturbations évaluées comme positives définissent les « espaces d'actions encouragées » (Durand, 2008). Plus précisément, une caractéristique des *espaces d'actions encouragées* est l'instauration, par le formateur, d'un ensemble d'impossibles, associée à la valorisation des actions des formés prometteuses de transformations de l'activité allant dans le sens espéré. Ainsi, le formateur donne des « proscriptions » et non des « prescriptions ». En conséquence, « *tout ce qui n'est pas interdit est autorisé* » (Poizat & Goudeaux, 2014).

Penser les scénarios-enquêtes comme des espaces d'actions encouragées semble offrir de fructueuses perspectives sur les dimensions sur lesquelles il est possible d'agir pour faire le pari de nouveaux apprentissages, parmi lesquelles: le degré de ressemblance ou dissemblance entre la situation de scénario-enquête et l'activité de travail, la focalisation sur une seule composante du travail (cf. reconnaître et manipuler les vannes), la dimension ludique.

## Bibliographie

- Boccaro, V., & Filippi, G. (2017). *Rapport final d'une enquête sur les dispositifs innovants de formations auprès d'industriels*. Note technique. Palaiseau: EDF R&D.
- Conein, B., & Jacopin, E. (1994). Action située et cognition: le savoir en place. *Sociologie du Travail*, 36(4), 475-500.
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
- Durand, M. (2008). Un programme de recherche technologique en formation des adultes. *Education didactique*, 2(3), 97-112.
- Glikman, V. (1997). Quand les formations d'adultes « surfont » sur les nouvelles technologies. *Recherche & Formation*, 26(1), 99-112.

- Horcik, Z., & Durand, M. (2011). Une démarche d'ergonomie de la formation: un projet pilote en formation par simulation d'infirmiers anesthésistes. *Activités*, 8-2. doi:10.4000/activites.2613
- Horcik, Z., Savoldelli, G., Poizat, G., & Durand, M. (2014). A phenomenological approach to novice nurse anesthetists' experience during simulation-based training sessions. *Simulation in Healthcare*, 9(2), 94-101.
- Hullo, J.-F., Thibault, G., & Boucheny, C. (2015). Advances in multi-sensor scanning and visualization of complex plants: The utmost case of a reactor building. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W4, 163-169.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1994). *L'arbre de la connaissance*. Paris: Addison-Wesley France.
- Poizat, G., Durand, M., & Theureau, J. (2015). The challenges of activity analysis for training objectives. *Le Travail Humain*, 79(3), 233-258.
- Poizat, G., & Goudeaux, A. (2014). Appropriation et individualisation: un nouveau modèle pour penser l'éducation et la formation? *TransFormations: recherches en éducation et formation des adultes*, 12, 13-38.
- Roth, W. M. (2001). Gestures: their role in teaching and learning. *Review of Educational Research*, 71, 365-392.
- Theureau, J. (1992). *Le cours d'action, analyse sémiologique: essai d'une anthropologie cognitive située*. Berne: Peter Lang.
- Theureau, J. (2015). *Le cours d'action. L'enaction et l'expérience*. Toulouse: Octarès.