



HAL
open science

Étudier l'innovation technologique et pédagogique à partir des affordances

Stéphanie Reyssier, Marie Valorge, Rawad Chaker

► **To cite this version:**

Stéphanie Reyssier, Marie Valorge, Rawad Chaker. Étudier l'innovation technologique et pédagogique à partir des affordances. Questionner l'innovation. Lectures axiologiques, Editions Raison et Passions, 2022, 978-2-917645-88-8. halshs-04386369

HAL Id: halshs-04386369

<https://shs.hal.science/halshs-04386369>

Submitted on 10 Jan 2024

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.

Étudier l'innovation technologique et pédagogique à partir des affordances

Stéphanie Dumas Reyssier, Marie Valorge, Rawad Chaker

Introduction

Technologie, apprentissage et innovation sont communément associés (Cros, 1997 ; Bernard & Fluckiger, 2019) alors même que les résultats expérimentaux qui concernent l'introduction des technologies innovantes dans l'éducation sont contrastés, dépendants des modalités retenues et des contextes de leur déploiement (Tricot, 2017 ; Fluckiger, 2019 ; Tricot et Chesné 2020). Si une nouveauté technologique ne devient une innovation qu'à partir du moment où elle est reconnue par des utilisateurs et qu'elle modifie l'organisation sociale (Flichy, 1999), cela pose la question de son émergence à un niveau individuel et de sa diffusion dans une activité humaine et un environnement socioculturel spécifique. Cette rencontre fructueuse entre le sujet, la technologie et l'environnement est notamment étudiée par l'approche phénoméno-écologique (Gibson, 1979). Cette approche permet de comprendre le processus d'innovation depuis la perception par le sujet d'un composant de son environnement, jusqu'à l'actualisation de la relation en usage effectif. L'approche phénoméno-écologique permet ainsi d'étudier les environnements d'apprentissage informatisés pour favoriser leurs usages et leur conception à partir de la perception d'affordances, soit de l'identification de propriétés par le sujet qui permettent ou qui empêchent sa mise en relation à l'environnement. Dans ce chapitre, nous exposerons dans une première partie les origines théoriques de l'approche écologique et le concept d'affordance. Nous montrerons en quoi la perception d'affordances par le sujet conditionne une adaptation conjointe entre lui et son environnement. Ce mécanisme est en effet à prendre en compte pour la conception d'environnements complexes. Dans une seconde partie, nous nous appuierons sur nos travaux pour proposer des méthodes d'analyse permettant d'étudier la perception d'affordances par le sujet apprenant/enseignant, comme condition à la définition d'environnements d'apprentissage efficaces.

1. L'approche phénoméno-écologique de l'affordance comme cadre épistémologique

1.1. Une co-adaptation du sujet et de l'environnement

L'approche écologique considère l'activité humaine à partir des processus relationnels entre le sujet et son environnement. Bateson (1936) est un des premiers auteurs à se positionner dans une approche holistique, à la fois biologique et sociale, du développement humain, qu'il nomme « écologie de l'esprit ». Pour lui, l'organisme vivant se développe sous l'effet des relations internes qui le structurent, mais aussi des relations sociales qui le façonnent. Dans *La cérémonie du Naven* (1936), il s'attache ainsi à décrire les interactions sociales qui s'opèrent entre acteurs, et observe notamment que certains comportements favorisent le maintien de normes culturelles, alors que d'autres, au contraire, entraînent de profonds changements : il nomme « schismogénèse » les processus nés de l'interrelation des sujets qui sont potentiellement à l'origine de la différenciation des comportements individuels, et par là-même aptes à reconfigurer l'ordre socioculturel.

Bateson (Ibid.) montre que les actions des sujets seraient dépendantes de leur capacité à percevoir des signaux les informant de régularités, signes de stabilité, ou, au contraire, de variations nécessitant une régulation, une adaptation à leur nouvel environnement. Dans cette perspective, il propose d'envisager l'apprentissage humain à la fois comme une évaluation des redondances, c'est-à-dire des *invariants* déjà connus et intériorisés sous la forme de modèles de pensée, et des variations, qui remettent en question ces modèles et nécessitent une réponse adaptée en situation (1972). En appliquant cette approche aux environnements instrumentés cybernétiques et en se focalisant sur la façon dont le sujet s'autorégule suite à un *feedback* négatif, l'auteur montre ainsi les processus itératifs en jeu dans cette co-adaptation du sujet au milieu de réalisation de l'action, qui consistent en une évaluation plus ou moins consciente d'une recherche de stabilité interne.

Ce glissement vers une approche écologique de la perception renvoie aux travaux de Gibson et Gibson (1955) et Gibson (1979) qui ont cherché à comprendre l'activité à partir des processus d'autorégulation entre le sujet et son environnement phénoméno-écologique. Leur approche se veut essentiellement focalisée sur les processus perceptifs et actionnels issus d'une interrelation immédiate et inconsciente, au sein du couplage sujet-environnement

perceptible¹. Ils montrent ainsi que les propriétés spécifiques du milieu sont perçues à partir des activités d'exploration, de détection, de sélection et d'abstraction permettant au sujet d'obtenir des informations sur le monde qui l'entoure et sur ses capacités à agir et se développer (Gibson et Pick, 2000).

1.2. La perception d'affordances comme condition de la co-adaptation sujet-environnement

Alors que Bateson a invité la psychologie sociale à se focaliser sur « l'étude des réactions des individus aux réactions des autres individus » (1936, p. 221), Gibson et Pick (2000) ont élargi ce paradigme inter-relationniste à celui du couplage sujet-environnement. Dans ces deux perspectives, l'adaptation du sujet dépendrait de sa capacité à percevoir des propriétés émergentes des composantes physiques et/ ou sociales de son environnement, propriétés conditionnant ses « compossibilités » (Simondon, 1958) d'agir et de se développer, que Gibson (1979) propose de nommer « affordances », du verbe anglais « *to afford* », qui peut se traduire en français par « permettre », ou « se permettre » de faire quelque chose.

Si l'« écologie de la perception » (Gibson, 1979) était principalement focalisée à ses débuts sur une étude « directe » d'un pattern d'informations à partir de stimuli d'ordre tactile, visuel, olfactif, auditif, *etc.*, l'affordance est aujourd'hui considérée comme « indirecte » : dans sa dimension sémiotique pour Morgagni (2011), développementale pour Turvey (1992), intentionnelle pour Stoffregen (2003), sociale pour Mc Arthur & Baron (1983), distribuée pour Philipette et Fastrez (2013), et socioculturelle pour Norman (1988, 2013) et Simonian (2019a, 2019b, 2020). Ces deux derniers auteurs suggèrent que les affordances impliquent la prise en compte des propriétés socioculturelles spécifiques à un groupe ou une activité humaine, régis par des normes, des us et coutumes, *etc.* Le développement du sujet, dans l'approche écologique, est envisagé par la perception d'affordances, de façon dynamique, prenant ainsi en compte la reconfiguration du couplage structurel sujet-environnement phénoméno-écologique. En testant en condition réelle les possibilités perçues, le sujet pourrait ainsi évaluer la pertinence de son action et adapter son comportement dans un processus itératif. Ce processus peut conduire à une renormalisation de l'activité (Lantheaume et Simonian, 2012), consistant en une actualisation des « normes précédentes » par un procédé de « traduction » (Akrich, Callan, Latour, 2006), tant au niveau des acteurs de terrain

¹ Gibson (1979) affirme qu'on ne peut distinguer dans l'environnement ses composantes artificielles (« *world of material products* ») et culturelles (« *world of mental products* ») de ses composantes naturelles : « *There's only one world* ».

que des modalités organisationnelles (Simonian, 2019a, 2019b ; Albero, Simonian, Eneau, 2019).

1.3. Identifier les conditions qui favorisent l’affordance des environnements complexes

Norman (1988, 2013) constate que la plupart des environnements actuels d’apprentissage sont de plus en plus complexes et qu’ils sont peu affordants du point de vue de l’utilisateur final. C’est l’une des raisons pour laquelle, selon lui, certains dispositifs sont peu ou pas utilisés, empêchant ainsi la diffusion d’une innovation technologique à un niveau pédagogique. Il propose donc de « s’intéresser à la façon dont le sujet réalise une action, en distinguant la phase “d’exécution” liée au but que se fixe le sujet, à la façon dont il planifie son action, prévoit des séquences d’actions et les effectue ; et la phase “d’évaluation” où le sujet perçoit le résultat de ses actes, les interprète et les compare au but initial » (Reyssier, 2020, p. 4). L’objectif ici est double : il s’agit d’identifier les conditions qui favorisent la perception d’affordances réelles par le sujet ainsi que de concevoir un environnement sociotechnique affordant, au sein duquel le sujet peut effectivement agir pour se développer, voire participer au développement de l’environnement lui-même.

Cette perspective ergonomique, en accord avec l’approche phénoméno-écologique de l’affordance, permet de produire un cadre d’analyse de l’activité du sujet dans son environnement qui prend en compte le couplage sujet-propriétés de l’environnement en considérant ses deux pôles : (1) du point de vue de l’environnement, il s’agit de décrire « des propriétés non seulement physiques (dimensions, poids, couleur, etc.), mais aussi des propriétés techniques et sociales (ils conviennent à tel usage, dans un contexte donné [...]) » (Leplat, 2000, p.75) ; (2) du point de vue du sujet, il s’agit d’observer la perception des affordances et leur actualisation en situation, selon les « caractéristiques propres à l’agent » (*Op. cit.*). Suivant les développements récents du concept d’affordance, ces caractéristiques peuvent concerner le développement psychique du sujet (Turvey, 1992), son expérience (Gibson et Pick, 2000 ; Leplat, 2000), ses intentions (Stoffregen, 2003), sa position sociale (Morgagni, 2011) ou sa culture (Gaver, 1991 ; Norman, 1988 et 1999 ; 2019a, 2019b et 2020).

Aussi, l’observation en situation écologique, où le chercheur s’attarde sur les besoins du sujet et sur la façon dont il a l’habitude d’agir dans un environnement réel donné

(Norman, 1988 et 2013), devrait permettre de repérer les « fausses affordances » (Gaver, 1991), c'est-à-dire les couplages sujet-propriétés de l'environnement qui n'ont pas été prévus par le concepteur de l'objet ou de l'environnement. Cette « catachrèse » (Rabardel, 1995) est plus particulièrement à même d'attester du lien entre le développement du sujet et celui de l'environnement (leur co-adaptation), alors qu'elle est susceptible d'impliquer la définition de nouvelles normes socioculturelles (Lantheaume et Simonian, 2012 ; Simonian, 2019a, 2019b ; Albero et Simonian, 2019).

2. Intégrer de manière efficace l'innovation technologique dans un environnement d'enseignement-apprentissage

2.1. Comprendre l'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire à partir de la perception

Nous présentons ici une première étude en cours portant sur l'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire et qui vise la conception de méthodes pour guider les professeurs des écoles² à partir de trois questions : 1) Qu'est-ce que les élèves doivent apprendre ? 2) Quels moyens leur sont proposés pour le faire ? 3) Comment agissent-ils ? Le cadre d'analyse de la tâche de Morineau (2010 ; 2011) a été retenu pour réorganiser ensuite ces trois plans de description de l'environnement d'apprentissage en termes écologiques, dans l'objectif d'identifier ce qui facilite et ce qui empêche l'activité des écoliers.

1) Qu'est-ce que les élèves doivent apprendre ? La programmation informatique est inscrite dans les programmes scolaires français de l'école primaire depuis 2015, en mathématiques et en lien avec la démarche de recherche et la connaissance des langages (MEN, 2016a et 2016b). Son apprentissage doit permettre l'acquisition d'une « pensée informatique » pour savoir comment résoudre un problème plus ou moins complexe (Tchounikine, 2017), en lien à d'autres « compétences » que sont la coopération, la créativité, la pensée critique (Romero, Lille et Patiño, 2017). D'un point de vue pragmatique, l'apprentissage de la programmation informatique vise la connaissance de notions informatiques, technologiques et robotiques de base (Inria Learning Lab, 2018). *2) Quels*

² Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une CIFRE établie entre l'université Lumière Lyon 2 et le Réseau Canopé qui, sous la tutelle du ministère de l'Éducation nationale, édite des ressources pour la formation des enseignants.

moyens leur sont proposés pour le faire ? Dans notre contexte³, des scénarios pédagogiques ont été conçus collectivement par les enseignants. Ils sont mis en œuvre au moyen de l'utilisation de technologies⁴, qui sont des robots programmables éducatifs, des applications de programmation adaptées au niveau scolaire des enfants et installées sur des ordinateurs et tablettes, des guides d'activités, des grilles d'auto-évaluation, des fiches d'exercices et des parcours pour les robots. Ils sont aussi mis en œuvre par un ensemble d'interactions verbales conduites entre les élèves des petits groupes, et avec l'enseignant qui oriente et corrige leur activité (Valorge, Simonian et Chaker, 2020). 3) *Comment agissent-ils dans cet environnement ?* Les écoliers utilisent des technologies numériques éducatives et des fiches plastifiées, des étiquettes, des papiers et crayons, des craies, des planchettes de bois, des vêtements, etc. Ils se partagent les technologies et les tâches, suivent les consignes et répondent aux questions de l'enseignant.

Pour comprendre le processus d'apprentissage de la programmation informatique, nous mobilisons la TMTA (*Turing Machine Task Analysis*) de Morineau (2010 et 2011), qui permet d'identifier, de manière formelle, les possibilités offertes (« *afforded* ») au sujet dans le cadre d'une tâche particulière et les configurations sujet-objet possibles pouvant impliquer des situations d'interaction ou pouvant être « dégradées ». Cette méthode, comme celle proposée par Gibson et Pick (2000)⁵, propose trois niveaux de description de l'environnement alors considéré comme un ensemble d'affordances, pour analyser l'activité à partir de la tâche. Ces trois niveaux sont structurés à partir du cadre théorique EID (*ecological interface design*), qui vise à décrire l'ensemble des affordances d'un domaine de travail complexe (Rasmussen, 1986 cité par Morineau, 2010 ; Vicente et Rasmussen, 1990 et 1992), ainsi que sur l'intégration de la théorie du calcul de Turing à la théorie de la perception de Gibson (Wells, 2000), pour préciser le cheminement du sujet dans sa découverte des affordances, autrement dit, dans sa découverte des composants de l'environnement qu'il peut potentiellement utiliser pour développer des comportements adaptatifs (Vicente, 2002).

³ Le projet Programmation du robot à l'école primaire (PREP) est une expérimentation conduite entre 2018 et 2021 dans 7 écoles primaires de la métropole lyonnaise par le laboratoire Éducation, Cultures, Politique (Université de Lyon) ; il est soutenu par la Région Auvergne-Rhône-Alpes.

⁴ Les technologies sont tous les artefacts qui servent l'exécution d'une tâche, aussi complexes ou simples soient-ils selon Norman (1999b).

⁵ Gibson et Pick (2000 p. 15 et 24) proposent d'analyser le processus de perception des affordances selon trois niveaux de lecture : (1) décrire l'ensemble des propriétés composant la niche écologique du sujet (« What there is to be perceived? ») ; (2) relever celles pertinentes retenues pour la tâche (« What is the information for perceiving? ») ; (3) analyser la façon dont elles ont été perçues (« How is the information obtained? »).

1) *Qu'est-ce qu'il y a à percevoir ?* La première phase de la TMTA consiste à hiérarchiser le « domaine de travail » en séquences d'actions (Vicente et Rasmussen, 1990 et 1992), c'est-à-dire en systèmes, sous-systèmes, composants et sous-composants de ces systèmes. Dans notre contexte, les scénarios pédagogiques permettent de hiérarchiser les sous-systèmes de l'environnement d'apprentissage en séquences, séances, tâches et sous-tâches proposées aux écoliers. Parmi les composants, les technologies simples sont organisées selon leurs fonctions et sous-fonctions (une fiche de consignes sert à être lue, la première consigne sert à apprendre ce qu'est une boucle, *etc.*). Le grain d'analyse des technologies complexes se situe au niveau de ce qui est donné à percevoir à l'élève sur l'interface du dispositif et qui permet l'exécution d'une opération par la technologie (boutons, capteurs, connectiques, *etc.*)⁶. 2) *Qu'est-ce qui est donné à percevoir ?* La seconde phase d'analyse consiste à définir l'ensemble des affordances du système, suivant une « hiérarchie d'abstraction » (*Op. cit.*) qui permet d'explicitier toutes les possibilités d'actions offertes par chaque composant de l'environnement d'apprentissage suivant cinq niveaux d'abstraction. Dans notre contexte, nous précisons ces niveaux pour chaque environnement d'apprentissage à partir des éléments perceptibles, des fonctions des technologies, des scénarios pédagogiques, des observations de l'activité de l'enseignant ainsi que d'entretiens conduits à la fin de chaque séquence avec l'enseignant : 1) « Forme physique » : Apparence visuelle, sonore ou tactile des composants matériels ; 2) « Fonction physique » : Opération proposée par le composant à l'élève ; 3) « Processus » : Procédure à mobiliser pour agir ; 4) « Fonction abstraite » : Notion informatique, technologique, robotique, ou autre notion à connaître ; 5) « But fonctionnel » : Pensée informatique ou savoir comment résoudre un problème plus ou moins complexe. 3) *Quel est le processus de perception ?* Enfin, la troisième phase d'analyse consiste à décrire l'activité à partir du cheminement du sujet dans l'environnement. Dans l'étendue d'affordances plus ou moins abstraites du domaine, il s'agit de déterminer quelle « information [est] pertinente pour la tâche » (Morineau, 2010), d'identifier les différents niveaux d'abstraction parcourus par le sujet et les opérations lui permettant de les parcourir. Cette troisième phase permet d'établir un modèle de la tâche « hypothétique », des « opérations » et « états mentaux de l'agent » (Wells, 2000) qui sera ensuite confronté aux observations en situation écologique.

⁶ Il a été défini dans une précédente analyse à partir des travaux des didacticiens de l'informatique Henry, Dumas et Bodart (2018) et de l'INRIA Learning Lab (2018), et de ceux des designers d'interface Fishkin et ses collègues (1999) et Fishkin (2004).

Ainsi, la mobilisation de la TMTA, comme cadre et méthodologie d'analyse intégrant le principe phénoméno-écologique de l'affordance, offre de repérer le cheminement de l'élève entre les différents niveaux d'abstraction de l'activité d'apprentissage de la programmation informatique, ainsi que de relever les facilitateurs et les « situations d'interactions dégradées » entre le sujet et son environnement (Morineau, 2011). Nous verrons dans la section suivante comment mobiliser cette approche pour concevoir, dans un processus itératif, des environnements numériques affordants.

2.2. Co-concevoir un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain pour le rendre affordant

Nous avons vu dans la première partie que la perception d'affordances était soumise à la perception par le sujet de variations dans l'environnement l'informant de nouvelles possibilités d'agir. Cette perception, résultat d'un processus de co-adaptation avec son environnement, se ferait ainsi de façon dynamique. C'est pourquoi il semble pertinent de co-concevoir tout environnement instrumenté de façon itérative afin de tenir compte de cette actualisation de l'intentionnel dans le réel, mais aussi des nouvelles affordances perçues en situation réelles autrement appelées catachrèses (Rabardel, 1995).

Dans le cadre d'une expérimentation réalisée au sein du projet LudiMoodle, qui est un projet e-fran financé par l'État et la Caisse des dépôts, cinq enseignants en mathématiques ont participé à la co-conception d'un environnement informatique pour l'apprentissage humain (EIAH) gamifié⁷, destiné à être utilisé par des élèves de 4^{ème} au collège. Cette co-conception a permis d'identifier des invariants⁸ perçus par les enseignants dans le cadre d'une activité d'enseignement « ordinaire » du calcul littéral, invariants qui ont ensuite été implémentés dans l'EIAH, afin de le rendre affordant, aussi bien pour les enseignants co-concepteurs que pour les enseignants testeurs. L'EIAH a ensuite été testé en situation écologique sur une période de trois semaines. Chaque séance a fait l'objet d'une scénarisation commune afin d'harmoniser les pratiques et de permettre aux élèves de passer suffisamment de temps sur l'EIAH. Pour notre expérimentation, nous avons choisi de nous intéresser à l'enseignement de la « distributivité double » en mathématiques. Cette séance a été filmée, puis des entretiens

⁷ La gamification consiste à l'ajout d'éléments de jeu, tels qu'un score, un badge ou un avatar par exemple pour rendre « ludique » l'apprentissage et déclencher le comportement motivé des élèves (Deterding et al., 2011).

⁸ Les invariants « maîtriser une technique », « mettre en autonomie », « s'entraîner », « intéresser », « différencier » et « harmoniser les pratiques », ont été implémentés (Reyssier, 2020).

d'explicitation d'une action (Vermersch, 1979) portant sur cette séance, ont été réalisés avec les enseignants.

En nous inspirant pour partie du modèle TMTA, ainsi que d'une méthode d'analyse du discours mise au point par Vermersch (2009), le *verbatim* a ensuite fait l'objet d'un traitement consistant à séparer les énoncés relatifs au prescrit, à l'intentionnel, au procédural et au jugement, notamment en identifiant tous les éléments de syntaxe ayant trait aux possibilités de faire, à la volonté de faire, et les verbes d'action caractérisant la présence d'affordances (Simonian, 2019). Ce premier niveau de traitement a ainsi permis de séparer les affordances intentionnelles perçues en amont de l'activité, de celles réelles perçues en situation écologique en classe par chacun des enseignants, pour mettre au jour ce processus d'actualisation d'un niveau de réalisation de l'action à l'autre. Puis un second niveau d'analyse a été réalisé, consistant à comparer les affordances perçues par chacun des enseignants à chaque niveau de réalisation de l'action, afin d'identifier les affordances communes et les affordances divergentes (Reyssier, 2020, p.12).

Cette segmentation du discours, couplée aux observations, permet de montrer que certains invariants implémentés ont été mieux perçus que d'autres. C'est le cas notamment de « maîtriser une technique », « harmoniser les pratiques », « s'entraîner » et « mettre en autonomie », qui ont été plus opérationnels que d'autres (« intéresser », « différencier »). Ceux qui sont liés à la scénarisation de la notion, comme « harmoniser les pratiques » ou « mobiliser une trace écrite commune », attestent d'une prise en compte de leur nouvel environnement par les enseignants. D'ailleurs, cette adaptation a donné lieu à la perception de nouvelles affordances: tous ont perçu en situation écologique les affordances « faire de la remédiation » et « faciliter les usages », seuls deux d'entre eux en revanche ont perçu les potentialités de « différencier » les apprentissages et « d'adapter » la difficulté. Ces nouvelles perceptions illustrent la co-adaptation de certains, à la fois aux sujets apprenants et à l'EIAH, au sein de ce couplage structurel sujets–environnement socioculturel–environnement sociotechnique.

Nous avons cherché à expliquer cette variabilité de perception entre enseignants et en avons conclu que leur rapport au prescrit, que l'on peut définir par des expériences, des publics et l'utilisation d'outils différents, mais aussi par une interprétation des programmes différentes, semblait expliquer ces écarts, puisque ces enseignants ont pu vraisemblablement transposer de façon efficace des usages précédents. D'un autre côté, certains enseignants ont

déploré la non perception d'une affordance qu'ils perçoivent habituellement : « donner du sens ».

La co-conception, en implémentant un certain nombre d'invariants, a favorisé effectivement la perception d'affordances communes, ce qui peut s'expliquer par une même appartenance socioculturelle des enseignants (Simonian, 2019, 2020). Cependant, l'analyse du *verbatim* et des captations vidéo montrent, d'une part, la nécessité de tenir compte de l'activité réelle des enseignants, car certaines affordances, non implémentées au départ, ont été perçues suite à leur exploration et manipulation de l'EIAH, et mériteraient d'être implémentées dans un processus itératif de conception ; elles montrent, d'autre part, que les variations de perceptions observées entre enseignants sont le reflet de leur adaptation à des contextes d'enseignement-apprentissage différents (Bronfenbrenner, 1979). C'est pourquoi il semble nécessaire de trouver un équilibre écologique à la scénarisation, qui doit être suffisamment structurée pour permettre aux enseignants d'identifier des propriétés, ou *invariants*, qui les invitent à agir sur leur environnement, tout en leur laissant des « degrés de liberté » suffisants (Vicente et Rasmussen, 1990).

Conclusion

Dans la perspective écologique, le sujet perçoit pour se développer des propriétés de l'environnement qui l'informent des possibilités d'agir et qui sont appelées affordances. Son apprentissage procède par l'évaluation de *redondances* qui l'invitent à opérer à partir de connaissances déjà acquises, et/ ou par la perception de *variations* qui élargissent son expérience dans un processus d'adaptation. Ainsi, pour faciliter la compréhension ou la conception d'environnements complexes tels que le sont les environnements d'apprentissage informatisés, il est nécessaire de déterminer en amont leurs affordances. Celles-ci sont autant de supports pour agir, et/ ou de nouvelles connaissances à acquérir pour leurs utilisateurs. L'analyse de l'activité à partir des affordances permet de caractériser l'environnement, de vérifier si le sujet perçoit les possibilités qui lui sont offertes et si ce couplage est effectif. L'objectif ici est de déterminer les conditions écologiques qui favorisent ou font obstacle à la perception du sujet dans un environnement complexe, dans un objectif de reproductibilité, ainsi que de relever les nouvelles affordances perçues en situation. Co-concevoir suivant un processus itératif à partir de la perception des enseignants et/ ou des apprenants est un moyen de créer des environnements d'enseignement-apprentissage efficaces. Il s'agit également de laisser suffisamment de liberté aux futurs utilisateurs pour leur permettre de percevoir toutes

les potentialités d'un environnement sociotechnique, de se développer et donc d'innover en situation.

Bibliographie

Albero, B., Simonian, S., & Eneau, J. (2019). *Des humains & des machines: hommage aux travaux d'une exploratrice*. Éditions Raison et Passions.

Bateson, G. N. (1936). *A survey of the problems suggested by a composite picture of the culture of a New Guinea tribe drawn from three points of view*. Cambridge University Press.

Bateson, G. N. (1972). *Steps to an Ecology of Mind: Collected essays in anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*. University of Chicago Press

Bernard, F.-X., & Fluckiger, C. (2019). Innovation technologique, innovation pédagogique. Éclairage de recherches empiriques en sciences de l'éducation. *Spirale - Revue de Recherches en Éducation*, 63, 3-10.

Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development*. Harvard university press.

Cros, F. (1997). L'innovation en éducation et en formation. *Revue française de pédagogie*, 118, p. 127-156.

Fluckiger, C. (2019). Numérique en formation : Des mythes aux approches critiques. *Éducation permanente*, 219, 19-30.

Gaver, W. (1991). Technology affordances. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 79–84.

Gibson, J. J., & Gibson, E. J. (1955). Perceptual learning: Differentiation or enrichment?. *Psychological review*, 62(1), 32.

Gibson, J. (1979). *The ecological approach to human perception*. Houghton Mifflin.

Gibson, E. J., & Pick, A. D. (2000). *An ecological approach to perceptual learning and development*. Oxford University Press.

Flichy, P. (1999). Internet ou la communauté scientifique idéale. *Réseaux. Communication - Technologie - Société*, 17(97), 77-120. DOI : 10.3406/reso.1999.2168

Inria Learning Lab. (2018). *MOOC : Le robot Thymio comme outil de découverte des sciences du numérique*. France Université Numérique.

Lantheaume, F., Simonian, S. (2012). « La transformation de la professionnalité des enseignants : quel rôle du prescrit ? », *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 45, p. 17-38. DOI :10.3917/lse.453.0017

Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie : Aperçu sur son évolution, ses modèles et ses méthodes*. Octarès Éditions.

McArthur, L., & Baron, R. (1983). Toward an Ecological Theory of Social Perception. *Psychological Review*, 90(3), 215–238. DOI : 10.1037/0033-295X.90.3.215

Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche [MEN]. (2016a). *Mathématiques, espace et géométrie : Initiation à la programmation aux cycles 2 et 3*. Éduscol.

Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche [MEN]. (2016b). *Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture*. Éduscol.

Morgagni, S. (2011). Repenser la notion d'affordance dans ses dynamiques sémiotiques. *Intellectica*, 55, 241–267.

Morineau, T. (2010). La méthode TMTA d'analyse écologique de la tâche et son application à une tâche praxique. *Le travail humain*, 73(2), 97–122. DOI : 10.3917/th.732.0097

Morineau, T. (2011). Turing machine task analysis: A method for modelling affordances in the design process. *International Journal of Design Engineering*, 4(1), 58-70. DOI : 10.1504/IJDE.2011.041409

Norman, D. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books.

Norman, D (1999). Affordance, conventions, and design. *Interactions* 6(3): 38–43.

Norman, D. (2013). *The design of everyday things : Revised and expanded edition*. Basic Books.

Philippette, T., & Fastrez, P. (2013). *Les technologies de l'intelligence distribuée : Une étude des affordances épistémiques sociales dans les jeux de rôle en ligne massivement multijoueurs*. Séminaire Marsouin « Usages du numérique ».

Reyssier, S. (2020). Co-concevoir avec des enseignants un environnement numérique en mathématiques pour le rendre affordant. *Distances et médiations des savoirs*, 32 [En ligne]. DOI : 10.4000/dms.5831

Romero, M., Lille, B., & Patiño, A. (2017). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage au XXIe siècle*. Presses universitaires du Québec.

Tricot, A. (2017). *L'innovation pédagogique*. Éditions Retz.

Tricot, A & Chesné, J.-F. (2020). Numérique et apprentissages scolaires : rapport de synthèse. Cnesco.

Simondon, G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Éditions Aubier.

Simonian, S. (2019a). Changer de paradigme : Approche écologique et problématique de l'affordance. In *Des humains & des machines : Hommage aux travaux d'une exploratrice* (pp. 431-443). Éditions Raison et Passions.

Simonian, S. (2019b). L'affordance, pour comprendre le rapport au numérique. *Education permanente*, 219, 61-70.

Simonian, S. (2020). Approche écologique des environnements instrumentés : Comprendre le phénomène d'affordance socioculturelle. *Savoirs*, 1, 93–108.

Stoffregen, T. A. (2003). Affordances as properties of the animal-environment system. *Ecological psychology*, 15(2), 115–134.

Tchounikine, P. (2017). *Initier les élèves à la pensée informatique et à la programmation avec Scratch*. Laboratoire d'informatique de Grenoble (LIG).

Turvey, M. (1992). Affordances and prospective control : An outline of the ontology. *Ecological psychology*, 4(3), 173–187.

Valorge, M., Simonian, S., & Chaker, R. (2020). *Confronter l'observation et les théories explicatives pour comprendre l'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire*. Colloque PRUNE 2020 [En ligne].

Vermersch, P. (1994). L'entretien d'explication. *Collection pédagogies*. ESF éditeur.

Vermersch, P. (2009). *Méthodologie de l'analyse et de l'interprétation des données de verbalisation relatives au vécu*, *Expliciter*, 82, 1-40.

Vicente, K. J., & Rasmussen, J. (1990). The ecology of human-machine systems II: Mediating direct perception in complex work domains. *Ecological psychology*, 2(3), 207-249.

Vicente, K. J., & Rasmussen, J. (1992). Ecological interface design: Theoretical foundations. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, 22(4), 589-606.

Vicente, K. J. (2002). Ecological Interface Design: Progress and Challenges. *Human Factors*, 44(1), 62-78. DOI : 10.1518/0018720024494829

Wells, A. J. (2002). Gibson's Affordances and Turing's Theory of Computation. *Ecological Psychology*, 14(3), 140-180. DOI : 10.1207/S15326969ECO1403_3