

## L'APPRENTISSAGE DU LEAN MANAGEMENT PAR LE JEU: VERS UNE EVOLUTION DE LA PEDAGOGIE POUR FACILITER LE DEVELOPPEMENT DES COMPETENCES

Thierry HOUÉ<sup>1</sup> & Renato GUIMARAES<sup>2</sup>

---

Résumé. - Les jeux de simulation soutiennent depuis plus de trente ans, une vision systémique du transfert des savoirs, savoir-faire et savoir-être dans le monde industriel. L'article revient sur l'utilisation de « *Mudn*, le jeu du *lean* ». Ce serious game repose sur un apprentissage global traitant du concept de *lean management* dont l'objectif est d'améliorer la performance dans l'ensemble de l'entreprise en réduisant les gaspillages. En tant qu'outil pédagogique, il permet aux apprenants d'aborder toutes les dimensions de la philosophie *lean*. Fondé sur une approche empirique, notre papier a pour but de décrire les conséquences de son utilisation dans le cadre de la formation d'étudiants. Il revient sur une expérience d'adaptation de la pédagogie du jeu dans le but d'aider au passage de la condition d'étudiant à celle de professionnel autonome. L'article tente finalement d'apporter des éléments de réponse à la question d'une réelle pertinence de ce type d'outil au service de l'acquisition de connaissances profitables au pilotage de la performance globale dans l'industrie.

Mots clés : Compétences; Jeu d'entreprise; Lean management; Muda; Pédagogie.

- 
- Professeur associé, ICN Business School Nancy-Metz, membre du CEREFIGE, 3 place Édouard Branly F-57070 Metz, thierzy.houe@icn-groupe.fr
  - " Professeur associé, ICN Business School Nancy-Metz, membre du LGIPM, 3 place Édouard Branly F-57070 Metz, renato.guimaraes@icn-groupe.fr

## 1. Introduction

Face à la grande complexité des situations industrielles rencontrées par les firmes aujourd'hui (tendance à une réduction globale des coûts et en parallèle, à une augmentation de la productivité), il appartient aux pédagogues et formateurs de faire évoluer les modes de transmission des compétences dans le but de former les apprenants à une vision plus intégrale des problèmes et des solutions à apporter. À ce titre, les jeux de simulation constituent généralement une réponse pertinente et introduisent une dimension d'entière à l'acte de formation. Mais les résultats attendus restent fortement dépendants des orientations pédagogiques retenues lors de l'animation. Face à ce constat, cet article nous conduit à revenir sur l'utilisation de « *Muda*, le jeu du *lean* », un jeu développé par le Centre International de la Pédagogie d'Entreprise (CIPE) et dont l'emploi est répandu. Ce *serious game* (Kasbi, 2012) repose sur un apprentissage original et global du concept de *lean management*. En tant qu'outil pédagogique doté d'une approche holistique (Linard, 2001), il permet aux apprenants d'aborder toutes les dimensions et l'ensemble des concepts clés de la philosophie *lean*. Fondé sur l'étude empirique d'un cas concret, l'objectif de ce papier est de décrire les conséquences de son utilisation *via* une évolution du processus pédagogique initial dans le cadre de la formation d'étudiants au sein d'un cursus industriel de niveau Master 2. Cette modification ayant pour but de renforcer la transmission des compétences et d'évoluer vers une vision de praticien. Dans un premier temps, l'article revient brièvement sur les fondements et les objectifs de la philosophie *lean* ainsi que sur les tendances fortes dans le cadre de son enseignement. Il présente ensuite une revue de la littérature concernant l'utilisation des jeux et autres simulations dans le domaine de la formation. Une description du jeu est aussi réalisée. Juste après, le papier explique l'adaptation de la pédagogie choisie afin de faciliter le passage d'une vision d'étudiant à celle d'un véritable professionnel plus aguerri. Pour finir, en lien avec cette expérimentation, les premiers résultats qualitatifs pédagogiques issus de l'adaptation du jeu sont exposés et discutés.

## 2. Le lean management et ses grandes orientations d'enseignement

Nous ne pouvons aller plus loin dans cet article sans rappeler les fondements de la philosophie *lean* et les grandes tendances de son enseignement. Ce sera respectivement l'objectif des première et seconde sous-parties suivantes.

### 2.1 Quelques rappels sur la philosophie *lean*

La philosophie *lean* se conçoit en quelque sorte comme la recherche de la suppression des déchets et gaspillages au cœur de la chaîne de valeur d'une entreprise afin de générer davantage de valeur pour le client (Womack et Jones, 2009). Apparue et popularisée par des chercheurs du MIT il y a environ vingt-cinq ans, cette idée a largement fait son chemin. La crise économique

que traversent les entreprises actuellement a d'ailleurs remis sur le devant de la scène cette philosophie (Hohmann, 2012). Par temps de vaches maigres, elle permet aux firmes de faire des choix rationnels et efficaces dans le but de préserver leurs ressources et capacités les plus pertinentes afin d'être préparées à un redémarrage d'activité. Le terme anglais *lean* désigne littéralement l'adjectif mince. Mais il est sans doute préférable de le traduire comme une expression indiquant une certaine agilité (Badot, 1998), puisqu'une entreprise *lean* est avant tout une organisation qui s'est volontairement allégée du superflu dans le but d'améliorer ses performances dans un contexte souvent mondialisé qui exige des réactions très rapides de sa part. Par opposition à un management industriel classique tentant d'augmenter les performances à l'aide d'économies d'échelle et d'une spécialisation des tâches, le *lean management* fonde sa réussite sur l'amélioration de la flexibilité, la décentralisation et la polyvalence des ressources humaines. Pour certains, le management de type *lean* est loin de proposer des méthodes originales et Womack, Jones et Ross (1990) n'ont fait que théoriser et populariser le concept (Freysenet *et alii*, 2000). L'essentiel a déjà été dit par les défenseurs du modèle japonais apparu chez Toyota (Ohno, 1988; Coriat, 1991; Aoki, 1993). Cette position n'est toutefois pas complètement partagée par les promoteurs du *lean* (Womack *et alii*, 1990). Certes, il s'agit toujours d'éliminer des opérations sans valeur ajoutée, de maîtriser l'ensemble des processus (fabrication et services), de régulariser les flux afin de diminuer les niveaux de stocks, et en conséquence, d'éliminer les fameux *mudas*, qui désignent en japonais, les différents gaspillages rencontrés dans une organisation. Cependant, les apports du *lean management* se situent à un autre niveau. Faisant appel à l'analyse des processus (Debauche et Mégard, 2004; Mongillon et Verdaux, 2008), cette philosophie offre un supplément de rationalité et de cohérence dont les outils du modèle du juste-à-temps japonais manquaient quelque peu afin de convaincre les managers occidentaux (Holweg, 2007). Le *lean management* s'est fortement répandu en occident depuis un quart de siècle (Schonberger, 1982; Holweg, 2007). Bien qu'il donne de très bons résultats en termes d'amélioration de l'efficacité et de la rentabilité des firmes, son potentiel reste encore, pour Bicheno (2004), relativement sous-exploité. À l'origine, appliquée au contexte industriel de production (*lean manufacturing*), la philosophie *lean* a vu ses champs d'application se multiplier ces dernières années. Il n'est pas rare de rencontrer une approche de type *lean* dans la gestion des systèmes d'information ou encore dans les activités de service après-vente, voire dans le monde hospitalier qui réclame quant à lui toujours plus d'économies.

## 22 La question de l'enseignement du lean: une prédominance des simulations

Dans le contexte économique difficile actuel et, *in fine*, de recherche de réduction des coûts et d'amélioration de la compétitivité, la pertinence de cette philosophie est de plus en plus forte au sein des organisations industrielles. Par conséquent, la question cruciale de son enseignement auprès des étudiants comme des praticiens est fondamentale de nos jours. Un grand nombre

d'acteurs propose des formations spécifiques en *lean management* et des organismes de certification se sont également développés (Murry, 2012). *Lean et alii* (2006) préconisent toutefois de différencier la formation au *lean management* des étudiants et des praticiens. Pour les étudiants, le défi est de créer un contexte pour qu'ils puissent imaginer et comprendre pourquoi cette philosophie est importante et comment peut-elle fonctionner de manière opérationnelle dans une entreprise. C'est aussi le développement d'une vision générale nécessaire à la compréhension du *lean* en tant que méthode globale qui est recherchée. Concernant les praticiens, l'objectif consiste à transposer le *Lean* à leur propre contexte et faciliter leur processus d'apprentissage à travers les différentes questions de la démarche.

Afin de s'attaquer au problème de la formation à cette approche, les plus prestigieuses Universités et Écoles (MIT, Virginia Tech, ...) ont axé leurs efforts d'ingénierie pédagogique sur le déploiement d'une pédagogie active du *lean*. Elles ont ainsi développé de multiples jeux de simulation afin de soutenir les activités d'enseignement et d'apprentissage (Murman *et alii*, 2007). Dans une enquête sur les outils pédagogiques employés dans les programmes de formation au *lean manufacturing*, Verma (2003) recense au début des années 2000, pas moins de 17 outils de simulation différents, fondés sur des supports pédagogiques parfois très différents et introduisant l'utilisation d'un logiciel ou non. Une pédagogie utilisant la simulation apparaît alors comme prédominante dans l'enseignement du *Lean*. En outre, depuis quelques années, de nouveaux dispositifs toujours orientés vers la simulation se multiplient, mais en soignant cette fois leur adaptation à certains contextes et certaines situations comme le secteur de la santé par exemple (Badurdeen *et alii*, 2010).

### 3. Un retour sur la littérature traitant des jeux et simulations

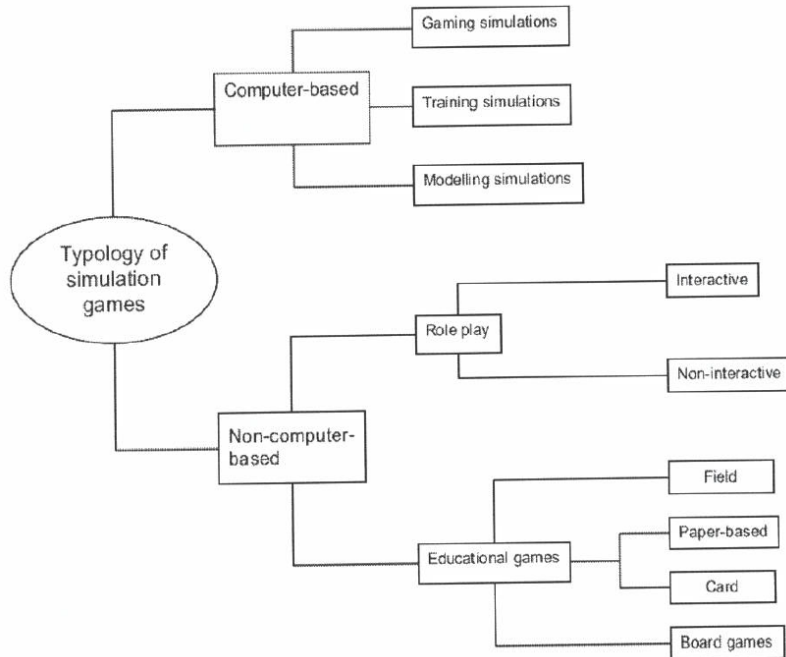
Cette partie est dédiée à une revue de la littérature concernant l'emploi des jeux et autres simulations en pédagogie. Elle a notamment pour but de préciser des notions parfois galvaudées. Une première section présente les différents concepts et leurs différences. Les apports des jeux pédagogiques et simulations sont évoqués dans une seconde section. Enfin, une troisième section traite plus particulièrement des inconvénients et des obstacles majeurs liés à l'utilisation des jeux pédagogiques.

#### 3.1 *Jeu de rôle, jeu pédagogique et simulation: de quoi parle-t-on exactement?*

De précédentes recherches distinguent trois types spécifiques d'apprentissage basés sur ce que nous appelons ici et dans un premier temps, simulation : le jeu de rôle, le jeu pédagogique et la simulation informatique (Hsu, 1989 ; Feinstein *et alii*, 2002). Pour chacun de ces trois outils, l'objectif est différent. Dans un exercice basé sur le jeu de rôle, les participants jouent le rôle d'un personnage dans une situation particulière, tout en suivant un ensemble de règles afin

d'interagir avec d'autres acteurs. Ils s'agit d'une technique qui conduit le pédagogue à faire jouer des situations dont les caractéristiques sont prédéfinies (*via* un texte écrit, un film ou un témoignage) mais non standardisées. Le jeu de rôle peut aussi être non-interactif, par exemple dans le cas de présentations où les étudiants doivent adopter un rôle ou une posture particulière. Concernant les simulations informatiques basées sur des logiciels, elles visent à reproduire les caractéristiques d'un système en utilisant des outils mathématiques et/ou statistiques (Maier et Grolsler, 2000 ; Feinstein *et alii*, 2002). La simulation consiste alors à répéter sans risquer les conséquences directes d'une erreur. C'est en quelque sorte une technique itérative d'apprentissage de problèmes complexes.

Dans un jeu pédagogique, il existe une interaction dans un contexte prédéterminé. Le jeu implique fréquemment des formes de mise en concurrence, de coopération, de conflit voire de collusion ainsi qu'un travail en équipe des apprenants. Toutes ces interactions sont délimitées par des règles et des procédures prédéterminées. Il arrive que le jeu pédagogique combine techniques de simulation et jeu de rôle, ce qui donne l'occasion aux participants de travailler sur l'apprentissage d'une grande variété de dimensions comme la capacité de s'informer, de prendre des décisions, de communiquer, de définir une stratégie, de négocier et d'analyser les résultats des décisions (Beau, 1999). Ellington (2001) considère également les différences de format comme un moyen de distinction des types d'outils pédagogiques. L'auteur présente un classement de simulations (au sens générique du terme) dans lequel il propose une distinction simple faite entre les simulations informatiques (*computer-based*) et non-informatiques (*non-computer-based*). Sur la base de ces multiples travaux, Lean *et alii* (2006) proposent une typologie de jeux de simulation (figure 1).



Source : Lean et alii (2006) ; p. 229.

Figure 1 : Une typologie de jeux de simulation.

Cette typologie nous permet maintenant de classier « *Muda*, le jeu du *lean* », comme **un** jeu pédagogique orienté papier, à **la** fois fondé sur l'utilisation de tableaux de bord et de cartes. Il est courant d'identifier quatre éléments principaux dans un jeu pédagogique. Le premier correspond au modèle théorique qui décrit les principales variables et leurs interactions. Le second est le scénario de base en fonction duquel le jeu évolue. Les contraintes organisationnelles ou règles du jeu représentent le troisième, tandis que le quatrième se caractérise par un système de détermination des résultats, permettant une évaluation des décisions prises par les joueurs.

### 3.2 Les apports pédagogiques des jeux et simulations

De nombreuses études viennent confirmer l'utilité et l'efficacité des jeux et autres simulations pour l'enseignement et l'apprentissage (Wolfe et Crookall, 1998 ; Feinstein, 2001). Ruben (1999) précise que ces procédés viennent avantageusement compléter les méthodes pédagogiques dites traditionnelles. Pour l'auteur, la valeur des simulations en pédagogie se situe notamment dans le traitement cognitif des problèmes d'apprentissage. Ces procédés facilitent l'interactivité, l'apprentissage par les pairs, l'apprentissage par l'action sans oublier l'apprentissage par la collaboration. Ils soutiennent la compréhension de la complexité en aidant

à déchiffrer les relations entre le tout et les parties (Morin, 1977). Par rapport à une pédagogie ayant recours aux techniques de simulation, la pédagogie traditionnelle ignore la complexité ou, au contraire, l'expose dans sa totalité. Soit elle isole certains aspects d'une situation complexe pour mieux les accentuer aux yeux des étudiants et auditeurs, et de ce fait, anéantit le caractère de globalité relatif à la complexité, soit elle traduit une situation complexe par un enseignement complexe (Bireaud, 1990). Les simulations sont au contraire de formidables technologies intellectuelles qui décuplent l'imagination individuelle et permet à des groupes d'individus de partager et d'affiner des modèles mentaux communs, quelle que soit la complexité de ces derniers (Iones, 1988). De ce fait, elles sont adaptées aux formations en lien avec des milieux industriels souvent complexes par nature (Dibiaggio, 1999).

### 3.3 *Quelles barrières à l'utilisation des jeux pédagogiques ?*

Bien que les qualités intrinsèques de ces outils soient indéniables du fait que ces derniers participent au développement d'une vision systémique globale, aident à la résolution de problèmes complexes et développent l'esprit d'un travail en équipe, il existe néanmoins des obstacles à l'utilisation des jeux en pédagogie. Des recherches ont mis en évidence des points faibles liés à leur emploi. Au tout début des années 80, Pariset et Albertini (1980) mettaient déjà en garde les utilisateurs de jeux pédagogiques. Selon eux, tout comme celui qui ne désire pas jouer, l'apprenant qui ne souhaitera que jouer n'en retirera au final, aucun apprentissage en termes de compétences ou de savoirs. C'est là sans doute un risque majeur dans l'utilisation des jeux pédagogiques. Pour le participant, appréhender un jeu pédagogique au travers de sa seule dimension ludique risque aussi de limiter considérablement sa capacité à se former à une véritable méthode de travail (un processus décisionnel par exemple) ré-applicable dans le cadre de situations professionnelles réelles.

En examinant l'utilisation de jeux pédagogiques dans les Universités, Faria et Wellington (2004) ont mis en exergue d'autres points bloquants. L'une des premières barrières est sans aucun doute le manque d'adhésion des pédagogues eux-mêmes envers cette méthode d'enseignement. Un autre facteur mis en avant est le temps relativement long de préparation des séances pédagogiques ainsi qu'une augmentation de la charge de travail pour les enseignants (Chang, 1997). Une mauvaise adéquation entre les cours théoriques enseignés en tant que prérequis et les savoirs nécessaires à l'atteinte des objectifs du jeu peut aussi considérablement limiter l'adhésion des apprenants. Le manque d'informations concernant les règles du jeu et son fonctionnement général (souvent pour des raisons de temps) font partie des facteurs d'échec au niveau pédagogique. Un jeu peut aussi être considéré comme une approche pédagogique difficile voire risquée, notamment pour les enseignants non familiarisés avec cette méthode. L'incertitude ressentie est alors relativement forte lors de l'animation du jeu (Grisoni, 2002). Enfin, il ne faut bien sûr pas omettre les aspects tel le financement (certains jeux sont

relativement coûteux et peuvent nécessiter une co-animation) ou encore sous-estimer la quantité parfois importante de moyens techniques (salles dédiées aux petits groupes, moyens de vidéo-projection, ...) nécessaires à une animation de qualité.

#### **4. Une description du jeu du lean et de ses objectifs**

Dans cette partie nous revenons dans le détail sur une description de « *Muda*, le jeu du *lean* ». Nous traitons d'abord de son contexte d'utilisation dans le cas étudié dans l'article. Puis, nous décrivons son mode d'animation et son déroulement. Enfin, nous achevons ce portrait en expliquant comment se déroule le bilan du jeu lors de sa phase finale.

##### **4.1 *Le contexte d'utilisation du jeu du lean***

Dans le cas servant de base à notre réflexion, le jeu du *lean* est employé pour la formation d'un groupe de quinze à vingt étudiants dans un cursus industriel de niveau Master 2. Le jeu pédagogique est positionné en fin de cycle de formation. Du fait de leurs expériences passées en entreprise et des enseignements suivis, la plupart des apprenants sont déjà plus ou moins familiarisés avec les techniques de base du *just-in-time*, du *six sigma* et du *lean management*. Lorsqu'elles ont été traitées durant de précédents cours, ces techniques peuvent être dans ce cas considérées comme de véritables prérequis. En outre, au travers des missions confiées durant leurs stages, leur expérience de praticien offre la possibilité de les utiliser concrètement sur le terrain. Bien qu'ils soient encore étudiants, les savoir-faire développés durant ces périodes d'immersion en entreprise sont généralement significatifs.

##### **4.2 *L'animation du jeu***

La pédagogie par le jeu est une approche où l'apprenant participe activement à l'obtention d'un savoir-faire. Même si ce n'est pas toujours la meilleure approche pour transmettre un savoir, elle reste un excellent moyen pour mettre les apprenants en situation, les faire travailler en groupe et obtenir des résultats dans un temps imparti. Dans le jeu du *lean*, la compétition entre les groupes crée aussi une motivation supplémentaire. La plupart des jeux pédagogiques table sur une durée de 1 à 4 jours. Le jeu nécessite, dans sa forme standard, une journée et demie (environ 12 heures de face à face). Cependant, ce volume horaire peut être modulé. Il est possible de faire réaliser une partie du travail en dehors des heures de cours sans la présence de l'animateur. Brainstorming, recherche d'informations, préparation de compte-rendu peuvent être ainsi opérés en temps masqué. Nous avons l'habitude d'effectuer l'ensemble des tâches en présentiel et nous comptabilisons 4 séances de 3 heures (hors pauses) pour dérouler le jeu. Le nombre d'apprenants est une contrainte assez forte. La plupart des jeux pédagogiques réclame



un minimum de participants (autour de 6 apprenants). Pour une animation optimale, le maximum est de 15 à 20 personnes.

Au cours du jeu, l'enseignant a différentes missions. Dans un premier temps, il doit présenter la problématique ainsi que les objectifs du jeu aux apprenants. Les objectifs sont de deux natures: les objectifs du jeu et les objectifs pour le jeu. En fait, l'objectif du jeu est de faire découvrir la philosophie *lean* aux participants (son intérêt, son champ d'application, ses limites, ...). L'objectif annexe est de permettre aux apprenants de travailler en groupe sous la forme d'un projet d'amélioration. L'animateur doit présenter le jeu et ses objectifs, à savoir : quels sont les indicateurs qui mesurent le résultat obtenu par chaque groupe ? Dans le cadre du jeu du *lean*, il est généralement demandé :

- d'atteindre un niveau de qualité en phase avec les souhaits des clients ;
- de réduire autant que possible le besoin en fonds de roulement ;
- d'obtenir le meilleur résultat d'exploitation possible ;
- d'assurer le développement durable de l'entreprise.

Les objectifs pour le jeu sont mesurables au travers d'indicateurs. Concernant la problématique, il s'agit de présenter l'entreprise (fictive mais plutôt réaliste) ainsi que ses produits, ses marchés et ses partenaires en amont et aval. Finalement, le pédagogue aura pour rôle d'accompagner le travail effectué par les différents groupes tout en essayant de laisser un maximum d'autonomie aux participants. Il doit intervenir de manière ponctuelle lors de blocages ou encore lorsqu'il constate des erreurs importantes sur les analyses effectuées par les différents groupes.

#### 4.3 *Le déroulement du jeu*

Une entreprise industrielle fictive fabriquant des appareils électroménagers sert de support au jeu. Ce dernier étant conçu pour un travail en groupe, il débute tout naturellement avec la création des équipes. Idéalement, elles seront au nombre de 4 et composées de 2 à 4 participants. Un peu à l'image de la démarche DMAIC (*Define, Measure, Analyse, imprcoe, ControQ*), chaque équipe aura pour mission d'étudier, d'identifier des dysfonctionnements et de proposer des solutions d'amélioration. Le jeu est donc structuré en trois grandes phases, chaque phase se concluant par une présentation formalisée par un Comité de Pilotage. Le tableau 1 mentionne les points traités dans chaque phase du jeu.

Phases	Ordre du jour du Comité de Pilotage
1. Diagnostic	a) Présentation de la cartographie des processus b) Calcul des indicateurs c) Premiers repérages de Mudas d) Évaluation des enjeux
2. Analyses	a) Présentation des analyses approfondies b) Pistes d'améliorations potentielles
3. Plan d'actions	a) Présentation des projets b) Évaluation

Tableau 1. Les grandes phases de déroulement du jeu du lean.

Le jeu utilise une approche de type *top-down*. La première phase a pour mission d'obtenir un diagnostic général de la situation actuelle de la firme. Au début de cette phase, l'animateur en profite pour présenter l'entreprise et quelques indicateurs clés comme le chiffre d'affaires, le résultat d'exploitation, le besoin en fonds de roulement (BFR), les stocks ou le taux de satisfaction des clients. Il évoque aussi un indicateur global appelé « développement durable » qui agrège un certain nombre d'indicateurs tels que le climat social et le respect de l'environnement. Il ressort de cette présentation que l'entreprise étudiée détient des points forts mais que d'autres points nécessitent une attention toute particulière de la part de la Direction Générale. À titre d'exemple, le BFR peut paraître trop important au regard de l'activité de la firme. Ce constat invite les apprenants à une discussion entre eux ainsi qu'avec l'animateur. Celui-ci présente alors dans les grandes lignes l'approche *lean* et la propose comme une démarche adaptée à la situation actuellement rencontrée par l'entreprise. Durant cette première phase du jeu, le diagnostic se fonde sur une cartographie des flux. Dans la réalité, cette cartographie utilise le plus souvent le formalisme de la méthode *Value Stream Mapping* (VSM). Pour l'obtenir, il faut analyser les flux physiques et d'information. Il est d'ailleurs indispensable d'interviewer des responsables de service et des opérationnels pour bien comprendre comment les flux physiques et d'information s'enchaînent. Il est en outre nécessaire d'effectuer des simplifications afin de pouvoir représenter les flux sur papier. Cette représentation permet presque toujours d'identifier des dysfonctionnements (attentes, stocks excessifs, ruptures, ...). Dans le cadre du jeu, des fiches (qui pourraient correspondre à des synthèses d'analyses et d'interviews) offrent des éléments permettant aux apprenants de représenter sur un schéma global le mode de fonctionnement de l'entreprise. Grâce à cet exercice et au retour effectué par l'animateur, les apprenants découvrent où mettre en œuvre les techniques pour formaliser et cartographier les flux. Le résultat permet aussi d'identifier les services de l'entreprise qui seront,

dans un second temps, étudiés plus finement. Jusqu'à présent, les quatre groupes auront travaillé avec les mêmes supports afin d'obtenir un même résultat attendu, c'est-à-dire une cartographie globale de l'entreprise. Une fois cette dernière complètement validée par l'animateur, elle servira de référence pour la suite du jeu. Cette phase aura duré entre deux et trois heures. Des indicateurs globaux de l'entreprise sont posés. À partir de cette vision des flux, il est possible d'identifier des sous-processus qui pourront ensuite être étudiés plus en détail par les équipes (figure 2). Il s'agit :

- du processus d'achat et d'approvisionnement. C'est celui des flux amont. Il s'agit des commandes aux fournisseurs (flux d'information) et des réceptions des produits (flux physiques) ;
- du processus de production. Il est possible de le décomposer en deux parties : la fabrication des composants et l'assemblage des produits ;
- du processus des ventes et expéditions. C'est celui des flux aval. Il s'agit de traiter les commandes des clients (flux d'information) et les livraisons des produits (flux physiques) ;
- du processus administratif (encore appelé siège). Il comporte deux aspects : le bureau d'études (la conception a un rôle prépondérant pour l'obtention d'une production *lean*) et la facturation (le *lean* n'est pas une finalité en soi mais un moyen pour améliorer la performance de l'entreprise en termes de résultat d'exploitation et de besoin en fonds de roulement, conformément aux indicateurs utilisés dans le jeu).

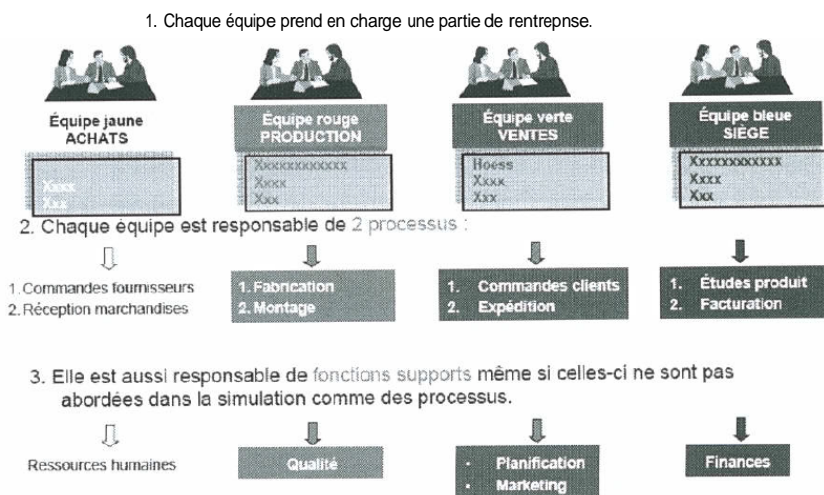


Figure 2: L'implication des quatre équipes dans le jeu du lean.

S'appuyant sur le diagnostic effectué durant la première partie du jeu, la seconde phase permet aux étudiants d'analyser en profondeur la situation actuelle. Elle débute par l'affectation à chaque groupe d'un service de l'entreprise. Le résultat escompté de cette phase est une cartographie plus détaillée de chaque service étudié ainsi que l'élaboration d'un tableau de bord comportant des indicateurs de performance spécifiques à ces derniers. Les apprenants passent donc leur temps à formaliser cette cartographie à l'aide de fiches contenant des dialogues de responsables et d'opérationnels donnant de précieuses informations. D'autres fiches transmettent aussi des données permettant de mesurer les activités en termes de coûts, de temps, de qualité mais aussi de rendement des ressources utilisées dans les activités associées à chaque processus. Toujours dans une logique d'analyse d'entretiens, chaque groupe cherchera à décrire un processus complet afin d'identifier des *mudas* (gaspillages). Les *mudas* traités sont traditionnellement au nombre de huit : les stocks; les attentes; les transports (en tant qu'activité à non-valeur ajoutée) ; les opérations superflues ; les rebuts/reprises/retouches ; la surproduction ; la sous-production ; la sous-utilisation des ressources humaines. Une fois le processus cartographié et les différents flux mesurés, les apprenants identifient les dysfonctionnements et les leviers d'amélioration en plaçant des cartes *muda* sur les zones comportant des potentiels de progrès. Bien évidemment, si un participant identifie un dysfonctionnement d'un autre ordre, il peut le mettre en évidence. Dans cette phase du jeu, il est aussi possible de faire interagir les groupes entre eux. En fait, plusieurs passerelles sont proposées de manière à ce qu'un service puisse s'intéresser aux activités d'un autre. L'apprenant perçoit alors l'importance de la cohérence de l'ensemble des activités ainsi que les impacts parfois néfastes de la recherche d'une optimisation purement locale qui ne tiendrait pas compte des dysfonctionnements pouvant être provoqués ailleurs dans l'entreprise. Le Comité de Pilotage de cette deuxième phase doit permettre d'identifier des potentiels d'amélioration pour chaque service en tenant compte de l'impact pour l'organisation dans son ensemble. Une présentation d'environ 20 minutes par groupe clôture la phase. À la fin, chaque groupe aura proposé une cartographie détaillée de son propre processus, créé un tableau de bord avec quelques indicateurs clés et identifié des dysfonctionnements ou sources d'amélioration. Tous les participants auront une vision assez claire du mode de fonctionnement de l'entreprise et de chaque service. Il arrive que des questions soient posées et qu'une discussion ait lieu durant l'exposé des Comités de Pilotage. L'animateur est souvent sollicité et a la possibilité de poser des questions tout en apportant son aide aux apprenants pour y répondre. Il peut soit rappeler les principes du *Jean* soit citer de nouveaux outils et méthodes pouvant être appliqués à une situation donnée. Cette phase est la plus longue car elle peut consommer jusqu'à cinq heures de travail voire davantage.

La dernière phase du jeu est consacrée à la recherche de solutions. À ce titre, les participants doivent élaborer un plan d'actions précis. Ici, l'animateur pourra à nouveau être sollicité et rappeler aux participants certains outils, techniques ou méthodes pouvant être

employés pour améliorer un dysfonctionnement identifié (comme le *Single Minute Exchange of Die* (SMED), traditionnellement utilisé pour réduire le temps de changement d'outillage des différents équipements/machines). Si le taux de rendement synthétique pour une unité de production semble trop faible, il pourra ainsi évoquer le SMED voire d'autres méthodes. Si des problèmes de qualité surgissent, il rappellera les principes de la Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) ou encore ceux des normes ISO 9000. Dans cette phase, il est possible que certains groupes travaillent sur des points particuliers avec d'autres groupes. Il faut rappeler que l'un des intérêts du jeu du *lean* est de faire comprendre aux apprenants qu'il est utile de découper un problème complexe en problèmes plus petits mais qu'il est néanmoins fondamental de revenir sur une analyse du processus dans sa globalité. Améliorer un processus au détriment d'un autre peut en effet dégrader la performance globale du système. Par exemple, si pour réduire les coûts des achats et de transport, il peut être souhaitable d'acheter en plus grosses quantités, il faudra ensuite analyser l'impact de cette solution sur le coût de stockage. Cette dernière phase du jeu se conclut par un plan d'actions proposé par le groupe de pilotage de chaque service. Ce plan peut être présenté en donnant des priorités aux différents projets. Des gains escomptés et mesurables (plus ou moins facilement) par rapport aux indicateurs globaux de l'entreprise peuvent aider à affecter une priorité à un projet. Aussi, la notion de retour sur investissement ainsi que la rapidité ou la facilité de mise en œuvre d'un projet seront utilisés pour décider de l'organisation et de l'implantation des différents projets. Le plan d'actions peut prendre différentes formes :

- des mini-projets d'amélioration en mettant en exergue la relation bénéfico-coût, Pour le bénéfico, il faudra impérativement le raccrocher à un indicateur global du jeu;
- des mini-projets d'amélioration en mettant en exergue la notion de *quick-wins*. En fait, il est souvent pertinent de commencer par les projets dont les retours sur investissement sont les plus rapides de manière à pouvoir financer d'autres projets avec les résultats des projets effectués ;
- des projets plus ambitieux suivant une logique pouvant être qualifiée de *Big-Bang*. Même si le *lean management* est dans une dynamique d'amélioration continue, il est possible d'envisager un projet d'envergure de refonte d'un processus voire de plusieurs processus à la fois.

#### 4.4 Le bilan du jeu

Au terme du jeu, le pédagogue doit consacrer une trentaine de minutes pour réaliser un bilan global de la performance des différents groupes et de la façon dont ces derniers se sont organisés et ont produit des résultats. Il doit aussi revenir sur les objectifs du jeu et éventuellement donner la parole à quelques participants pour le clôturer. Il est important de

terminer le jeu sous forme d'un bilan global en termes de savoir-faire et de travail effectué. Il est aussi crucial de quitter l'esprit « jeu » afin de prendre un certain recul et revenir sur les aspects méthodologiques et managériaux. Il est bon de rappeler que le *Lean management* est une approche d'amélioration qui repose également sur la dimension humaine. Les outils et méthodes employés sont souvent simples à comprendre. Le travail d'un groupe bien encadré et organisé, la motivation et l'implication des différents joueurs, la rigueur et la quête permanente de la performance sont aussi importantes que les techniques d'amélioration choisies et déployées.

## **5. Vers une adaptation du jeu facilitant le passage de la condition d'étudiant à celle de praticien**

La complexité des situations industrielles introduites dans le jeu confère une nouvelle dimension à l'acte de formation. Pour des étudiants en fin de cursus, les connaissances acquises et les compétences construites au cours de leur scolarité doivent être rapidement ré-investissables sur le terrain. Il s'agit pour eux d'assimiler cette pluralité de compétences mais dans une vue intégrative afin d'être capables d'accroître globalement la performance industrielle dans la réalité (Vaudelin et Devise, 2005). L'activité pédagogique doit de ce fait rapprocher l'apprenant du réel et doit se construire avec et pour lui afin de garantir une appropriation et une réutilisation optimale des savoirs et savoir-faire. Les problématiques *lean* étant complexes par nature, la formation doit éduquer les individus à une pensée complexe (Oergue, 1997). Elle doit alors intégrer l'ordre et le désordre qui peuvent désormais traduire la même réalité, l'instabilité devenant un générateur de connaissances (Ermine, 2008 ; Cohendet et Gaffard, 2012). Il est impératif de laisser l'apprenant construire lui-même les représentations les plus adaptées aux situations sur lesquelles ce dernier intervient. Le pédagogue doit aller au-delà de son rôle de transmission de modèles, de techniques ou de connaissances que s'approprierait sans réflexion préalable l'apprenant. L'une de ses missions est aussi de construire un environnement permettant de développer chez le participant sa capacité à transformer l'intelligence de connaissance en intelligence de l'action. Sans remettre en cause l'intérêt du jeu du *lean*, cette partie s'attache à présenter et commenter une adaptation que nous appliquons à ce dernier dans le but de permettre aux apprenants d'adopter une posture réflexive sur leurs actions et décisions en complétant la formation par le biais de la rédaction d'un rapport méthodologique. Nous revenons sur les raisons de ce choix au travers des deux prochaines sections. Dans un premier temps, nous expliquons l'intérêt pédagogique de maîtriser la méthode de résolution d'un problème. Dans un second temps, nous décrivons le contenu de l'outil « rapport méthodologique *lean* » employé lors du jeu. Enfin, nous présentons et discutons les premiers résultats de cette expérimentation.

### 5.1 *L'apprentissage de la méthode: un élément fondamental*

Dans la résolution d'un problème de gaspillage comme dans tout autre problème, les apprenants doivent garder à l'esprit que la méthode, au sens d'une démarche organisée pour aboutir à un résultat, est tout aussi importante que les outils employés. Ce point est fondamental pour que les étudiants puissent véritablement s'approprier des connaissances et développer des compétences dans ce champ. L'animateur du jeu peut donner aux participants une description générale de la méthode en l'expliquant *via* l'utilisation d'un cas concret. Mais il peut aussi organiser le jeu de sorte que l'apprenant découvre par lui-même la méthode lors de la résolution d'un problème.

Le contrôle de la maîtrise des méthodes peut donc se faire de différentes façons. L'enseignant est susceptible de demander à un étudiant, ou à toute son équipe, de décrire la méthode utilisée, en faisant référence à un cas concret rencontré dans le jeu. Force est de constater que l'étudiant déduit souvent par lui-même un certain nombre de concepts (changement rapide d'outillage, maintenance préventive, ...). Dans ce cas, le rôle du formateur consiste essentiellement à tuteurer l'équipe et à pratiquer un enseignement dit « miroir » pour que celle-ci se pose les bonnes questions (Baudrit, 2002). Dès que le problème peut être résolu à l'aide de la solution découverte par l'équipe, le mode d'animation passe d'une vocation déductive à une vocation inductive. Cette approche pédagogique permet aux apprenants d'élargir leur vision d'un problème en modifiant le problème liminaire à l'aide d'une variation des paramètres du jeu (Marty et Mille, 2009). Concrètement, ces modifications peuvent porter sur une baisse brutale de la qualité des produits livrés par le fournisseur ou une augmentation du taux de pannes-machine sur un poste goulot. L'équipe devra alors déduire elle-même les solutions, en réfléchissant à l'approche méthodologique qu'il faudra ajuster en fonction de l'évolution des paramètres initiaux. La figure 3 à-après représente une vue simplifiée du cheminement pédagogique retenu dans le cadre du jeu, jeu qui se clôture par la rédaction d'un rapport méthodologique que nous décrivons dans la section suivante. Le challenge de l'apprentissage par le jeu est de réussir l'alternance entre approches deductives et inductives, d'offrir un cadre aux apprenants qui leur permette d'ouvrir des pistes de réflexion mais aussi d'orienter la réflexion pour atteindre des objectifs prédéfinis.

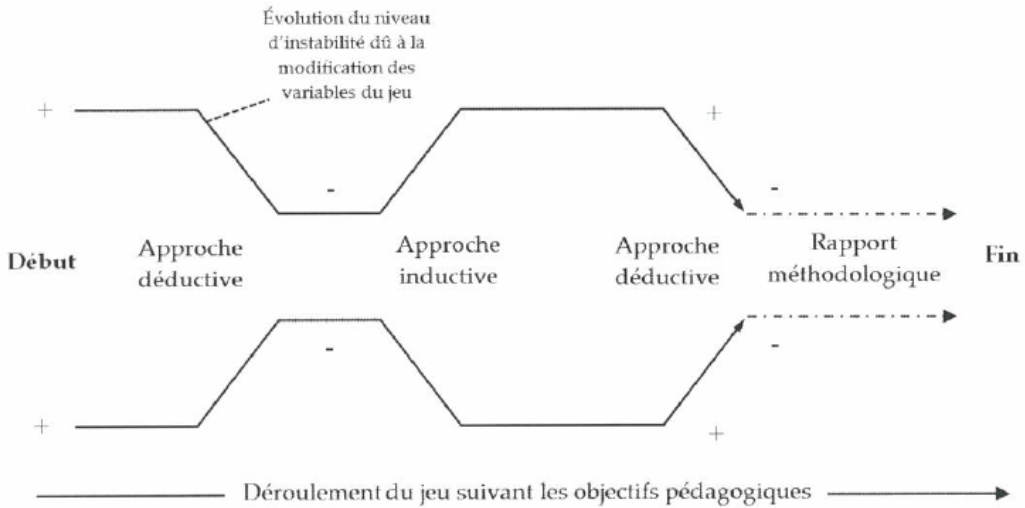


Figure 3: Une description schématique de l'approche pédagogique retenue.

### 5.2 La construction du rapport méthodologique lean

La rédaction d'un rapport écrit sur les choix faits par les équipes d'apprenants doit permettre de s'assurer que chacune d'elle a passé en revue les éléments pertinents avant de tirer des conclusions correctes pour prendre les décisions les plus appropriées. Ce document vise à présenter la manière dont l'équipe apporte une, voire des solutions au problème global de réduction des gaspillages et d'amélioration de la création de valeur dans le processus. Même si les processus sur lesquels travaillent les équipes sont différents, ce rapport est aussi un moyen de conserver une trace et de comparer les différentes stratégies mises en œuvre. C'est également un moyen permettant de détecter la part d'intuition voire de hasard dans les décisions prises (Dane et Pratt, 2007). Le rapport doit effectivement conclure en proposant des mesures assez précises. Ceci étant, pour ne pas fermer complètement le débat lors du débriefing de clôture du jeu, il peut être pertinent de demander aux apprenants de proposer quelques pistes ou perspectives afin de terminer sur une note d'ouverture. La finalité du jeu est l'action par le biais de la prise de décision. Ainsi, nous avons choisi de faire correspondre les objectifs du rapport méthodologique aux phases d'un modèle schématisant un processus décisionnel. De par sa simplicité et son universalité, le modèle de décision IDC. (Intelligence, Design, Choice) de Simon (1959) nous est apparu comme pertinent. Il possède la faculté de mettre en exergue l'importance du processus dans la détermination des choix, la substance de ces derniers étant affectée par la façon dont ils sont effectués. Nous avons néanmoins ajouté au modèle initial, une quatrième phase dite d'information, ceci dans le but de signifier le caractère informatif de cette synthèse méthodologique. Nous avons également ajouté des boucles de rétroaction dans le processus décisionnel afin de figurer les possibles influences de chaque retour en arrière durant le jeu. Les



quatre grandes catégories d'objectifs pédagogiques de ce rapport sont regroupées dans le tableau 2 ci-après.

Comprendre	Modéliser	Choisir	Informé
			~
Être capable d'analyser un problème <i>lean</i> complexe où de nombreuses variables sont en interaction.	Être capable de définir et formaliser une méthode de résolution d'un problème <i>lean</i> concret en situation quasi-réelle.	Savoir choisir les outils adéquats indispensables à la résolution du problème <i>lean</i> rencontré donc prendre les meilleures décisions possibles.	Savoir élaborer un document synthétique de résolution d'un problème <i>lean</i> complexe; <b>Savoir</b> convaincre grâce à une justification des actions <i>lean</i> proposées et à une présentation pertinente.
+	+	+	+

Tableau 2. Les objectifs du rapport méthodologique lean.

Chaque équipe d'apprenants doit remettre son rapport à la fin de la dernière séance de jeu. Aucun délai supplémentaire n'est accordé pour la remise du document. Ce qui veut dire, que la rédaction du document doit se faire en parallèle de la participation au jeu des équipes. *i* noter que cette tâche épaulera l'équipe dans la préparation de la présentation de ces résultats. La forme du rapport est normalisée et imposée aux participants. Il doit comporter les parties ci-dessous qui seront traitées en un maximum de cinq pages dactylographiées :

- la description du problème *lean* tel qu'il est perçu par l'auditeur;
- la justification du choix des outils *lean* nécessaires à la résolution du problème perçu ;
- la description de la méthode utilisée ;
- la justification de cette méthode par rapport au problème perçu ;
- la présentation des résultats et commentaires ;
- une conclusion.

### 5.3 Les premiers résultats de l'expérience: davantage de place laissée à la réflexion

Cette modification du déroulement pédagogique du jeu du *lean* a été intégrée pour la première fois auprès d'un groupe de 16 étudiants dans la dernière partie de leur cycle de

formation industrielle. L'expérience a été réitérée durant l'année suivante avec un autre groupe de taille à peu près similaire. Une séance explicative d'une trentaine de minutes sur les objectifs de cet outil a été intégrée aux quatre séances de trois heures prévues pour le déroulement normal du jeu. Chaque équipe s'est attachée à comprendre, analyser et résoudre les problèmes d'amélioration des processus posés par le jeu, essentiellement à l'aide des connaissances et compétences acquises durant la précédente année de formation ou à l'aide d'autres sources externes d'information (ouvrages, articles, ...). L'étude des productions des apprenants a reposé sur l'examen des quatre principaux critères d'évaluation: le respect des contraintes de forme du document (son organisation) ; la capacité d'analyse de la problématique *lean* par le groupe, (compréhension des situations rencontrées par la firme, proposition d'hypothèses de travail plausibles) ; la qualité et la pertinence des solutions techniques, organisationnelles et/ou managériales proposées (adéquation entre solutions proposées et problématique, réalisme et potentialité de mise en place des solutions proposées, plan d'actions et déroulement proposés) ; la capacité de synthèse et la vision globale d'optimisation.

À l'heure actuelle, en guise de résultats pédagogiques suite à cette expérience, nous pouvons formuler un certain nombre de remarques. Sur l'ensemble des groupes, la modification a été relativement bien acceptée, même s'il est clair qu'elle ajoute une contrainte supplémentaire en termes d'élévation de la quantité de travail pour les apprenants. Basée sur les quatre critères précités, une analyse approfondie des différents travaux remis a révélé des perceptions plutôt homogènes des problèmes à régler. Elle a par ailleurs permis d'observer que 75 % des apprenants ont abordé le jeu en adoptant une véritable vision globale dans leur démarche d'optimisation des flux et de réduction des coûts. Néanmoins, deux groupes sur les huit ayant participé au test pour le moment ont uniquement axé leur réflexion sur une optimisation des flux pouvant être qualifiée de parcellaire sans réellement tenir compte des conséquences de leurs décisions sur les autres étapes du processus global de création de valeur de l'entreprise fictive. Le rapport méthodologique apporte justement ici un véritable soutien à l'animateur du jeu en l'aidant à vérifier plus aisément qu'en imposant une simple présentation orale, si cette dimension fondamentale dans la formation au *lean management* a été correctement appréhendée par les différents participants. Les effets pédagogiques les plus marquants issus de l'utilisation du rapport sont sans doute liés à l'augmentation de la capacité réflexive des apprenants suite à l'étape de formalisation. Sur la totalité des documents rendus, chaque équipe a insisté sur l'axiomatisation et la structuration de la méthode retenue. Ce point n'était pas vraiment vérifiable en utilisant la version traditionnelle du jeu. L'apport est donc plutôt conséquent et bénéfique en termes pédagogiques à ce niveau.

Au final, il apparaît que le rapport méthodologique vient renforcer le contrôle de l'atteinte de trois objectifs pédagogiques par les équipes dans le jeu. Il s'agit dans un premier temps d'un objectif de compréhension des savoirs car le fait de formaliser renforce le besoin pour les

apprenants non seulement de définir clairement mais aussi de comprendre les concepts et outils utilisés dans la résolution des problèmes. Le rapport permet d'atteindre un objectif de formalisation et de transmission des savoir-faire. Il impose aux étudiants de se poser les bonnes questions et d'en tirer des solutions concrètes et opérationnelles, mais aussi des connaissances explicites (Collins, 2010) transférables aux autres membres de l'équipe voire aux autres équipes (à la fin du jeu, il est demandé de partager les différents rapports entre les équipes) du fait de la formalisation. Enfin, puisque le formateur intervient peu dans cette phase du jeu, un objectif complémentaire d'apprentissage du travail en autonomie dans la prise de décision est également atteint.

## 6. Conclusion

Dans cet article, nous sommes revenus sur les effets de l'utilisation d'un jeu pédagogique en *lean management* sur la formation de groupes d'étudiants en dernière année d'un cursus de formation industrielle. Partant d'une revue de la littérature portant sur les jeux et simulations en pédagogie et fondé sur une approche empirique, ce papier a tenté de mettre en exergue l'intérêt d'une modification dans l'animation et l'organisation de « *Muda*, le jeu du *lean* »<sup>9</sup> par le biais de l'introduction d'un rapport dit méthodologique. Nous sommes conscients du caractère exploratoire de cette expérience pédagogique et de l'échantillon réduit sur lequel celle-ci est basée (huit groupes sur deux promotions). Toutefois, suite à la modification proposée dans le déroulement du jeu, nous avons observé une action positive susceptible de faciliter le passage de la condition d'étudiant à celle de professionnel plus autonome *via* notamment une amélioration des compétences décisionnelles indispensables au manager industriel aujourd'hui, notamment dans des contextes de risque et d'incertitude (Magne et Vasseur, 2006).

À l'instar d'autres auteurs (Stier, 2003 ; Billington, 2004 ; Badurdeen *et alii*, 2010), nous aboutissons à la conclusion que l'apprentissage du *lean* est amélioré par une réflexion planifiée et formalisée des apprenants dans le jeu. Cette réflexion doit se concentrer non seulement sur ce qui se passe dans le courant du jeu, mais aussi sur le pourquoi des décisions prises. Pour les participants, il est vrai que l'apport le plus significatif de l'introduction du rapport *lean* reste sans doute le renforcement de la construction de savoir-faire dans le cadre de la prise de décision en milieu complexe. Ce savoir-faire se traduit par une plus grande habileté et davantage de méthode dans la construction des décisions. Mais l'approche pédagogique plus active retenue ici, rend également les apprenants acteurs de leur formation et se conçoit comme une alternative efficace pour réussir à conserver leur attention tout au long du jeu. Toutefois, l'une des principales limites de cette expérience, est qu'il semble particulièrement difficile de faire la distinction entre les apports du travail individuel et ceux du groupe dans son ensemble au sein du document final. Des déséquilibres dans la quantité de travail réalisée pourraient exister, ce qui viendrait remettre en cause l'atteinte des objectifs du rapport méthodologique

pour les étudiants d'une même équipe. Il conviendrait aussi de prolonger cette expérience et de la diffuser à d'autres groupes d'apprenants, afin d'identifier si les effets sont identiques et pérennes. Une analyse quantitative pourrait s'avérer bénéfique en venant renforcer les résultats ainsi que leur interprétation. Dans l'optique de venir épauler l'analyse exposée dans ce papier, la construction d'un questionnaire touchant un échantillon plus grand est d'ailleurs envisagée à moyen-terme. Des pistes de recherches intéressantes peuvent également se dégager de l'étude. À titre d'exemple, il pourrait être profitable de s'orienter vers une analyse comparée des résultats obtenus en termes d'amélioration des compétences entre des groupes d'horizons très différents, comme des apprenants issus de la formation continue ou des équipes a priori sans aucune compétence dans le champ du *lean management*.

## 7. Bibliographie

- Aoki, M., (1993), "The Japanese firm as a system of attributes: a survey and research agenda", in Aoki, M, Dore, R., (Dir.), *The Japanese firm: the sources of competitive strength*, Oxford University Press, pp. 11-40.
- Badot, O., (1998), *Théorie de l'entreprise agile*, L'Harmattan.
- Badwdeen, F., Marksberry, P., Hall, A., Gregory, B., (2010), "Teaching lean manufacturing with simulations and games: a survey and future directions", *Simulation & Gaming*, vol. 41, n°4, pp. 465-786.
- Baudrit, A., (2002), *Le tutorat Richesses d'une méthode pédagogique*, Éditions De Boeck.
- Beau, D., (1999), *La boîte à outils du formateur: 100 fiches de pédagogie*, Les Éditions d'Organisation.
- Bicheno, J., (2004), *The new Jean toolbox: towards fast, flexible flow*, PICSIE Books.
- Billington, P.J., (2004), "A classroom exercise to illustrate lean manufacturing pull concepts", *Decision Analysis Journal of Innovative Education*, vol.2, n°1, pp.71-76.
- Bireaud, A., (1990), "Pédagogie et méthodes pédagogiques dans l'enseignement supérieur", *Revue Française de Pédagogie*, n°91, avril-mai-juin, pp. 13-23.
- Chang, J., (1997), "The use of business gaming in Hong Kong academic institutions", in Butler, J., Leonard, N., (Dir.), *Developments in business simulation and experiential exercises*, Georgia Southern University Press, pp. 218-228.
- CIPE (2006), *Muda, le Jeu du Lean. Guide d'animation*, Centre International de la Pédagogie d'Entreprise.
- Ciergue, G. (1997), *L'apprentissage de la complexité*, Éditions Hermès.
- Cohendet, P., Gaffard, J.-L., (2012), "Coordination, incitation et création de connaissance", *Management International*, vol.16, n° hors-série, pp. 11-19.
- Collins, H., (2000), *Tacit and Explicit Knowledge*, University of Chicago Press.
- Coriat, B., (1991), *Penser à l'envers: travail et organisation dans l'entreprise japonaise*, Christian Bourgeois Éditeur.

- Dane, E., Pratt, M.G., (2007), "Exploring intuition and its role in managerial decision making", *Academy of Management Review*, vol. 32, n°1, pp. 33-54.
- Debauche, B., Mégard, P., (2004), *BPM: Business Process Management: pilotage métier de l'entreprise*, Hermès-Lavoisier.
- Dibiaggio, L., (1999), "Apprentissage, coordination et dynamique de l'industrie. Une perspective cognitive", *Revue d'Économie Industrielle*, n°88, pp. 112-136.
- Ellington, H., (2001), "Using games, simulations and case studies to develop key skills", in Boyle, M., Smith, Y., (Dir.), *Simulation and Gaming Research Yearbook*, Sagset, pp. 8-22.
- Ermine, J.-L., (2008), *Management et ingénierie des connaissances: modèles et méthodes*, Hermès Lavoisier.
- Faria, A.J., Wellington, W.J. (2004), "A survey of simulation game users, former users and never users", *Simulation & Gaming*, vol. 35, n°2, pp. 175-207.
- Feinstein, A.H., (2001), "An assessment of the effectiveness of simulation as an instructional system", *Journal of Hospitality and Tourism Research*, vol. 25, n°4, pp. 421-443.
- Feinstein, A.H., Mann, S., Corsun, D.L., (2002), "Charting the experiential territory: clarifying definitions and uses of computer simulation games and role play", *Journal of Management Development*, vol. 2, n°10, pp. 732-744.
- Freysenet, M., Mair, A., Shimizu, K., Volpato, G., (dir.), (2000), *Quel modèle productif ? Trajectoires et modèles industriels des constructeurs automobiles mondiaux*, La Découverte.
- Grisorù, L., (2002), "Theory and practice in experiential learning in higher education", *The International Journal of Management Education*, vol. 2, n°2, pp. 40-52.
- Holweg, M., (2007), "The genealogy of lean production", *Journal of Operations Management*, vol. 25, n°2, pp. 420-437.
- Hohmann, C., (2012), *Lean management*, Eyrolles.
- Hsu, E., (1989), "Role event gaming simulation in management education: a conceptual framework and review", *Simulation & Gaming*, vol. 20, n°4, pp. 409-438.
- Jones, K., (1988), *Interactive learning events: a guide for facilitators*, Kogan Page.
- Kasbi, Y., (2012), *Les « serious games »: une révolution*, Edipro.
- Lean, J., Moizer, J., Towler, M., Abbey, C., (2006), "Simulations and games. Use and barriers in higher education", *Active Learning in Higher Education*, vol. 7 n°3, pp. 227-242.
- Linard, M., (2001), "Concevoir des environnements pour apprendre : l'activité humaine, cadre organisateur de l'activité technique", *Revue Sciences et Techniques Éducatives*, vol. 8, n°3-4, pp. 211-238.
- Magne, L., Vasseur, D., (Dir.), (2006), *Risques industriels. Complexité, incertitude et décision : une approche interdisciplinaire*, Lavoisier.
- Maier, F. H., Größler, A., (2000), "What are we talking about? A typology of computer simulations to support learning", *System Dynamics Review*, vol. 16, n°2, pp. 135-148.

- Mongillon, P., Verdaux, S., (2008), *L'entreprise orientée processus: aligner le pilotage opérationnel sur la stratégie et les clients*, AFNOR.
- Marty, J.-C., Mille, A., (2009), *Analyse de traces et personnalisation des environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Hermès-Lavoisier.
- Morin, E., (1977), *La méthode tome 1. La nature de la nature*, Le Seuil.
- Murman, E., McManus, H., Candida, J., (2007), "Enhancing faculty competency in lean thinking bodies of knowledge", *Proceedings of the 3rd International CDIO Conference*, Cambridge, MA June.
- Murry, B., (2012), "L'Université Lean Six Sigma: premier organisme de certification des compétences en Lean Six Sigma", *Revue Française de Gestion Industrielle*, vol. 31, n°4, pp. 19-22.
- Ohno, T., (1988), *Toyota Production System*. Productivity Press.
- Pariset, M., Albertini, J.M., (1980), *Jeux et initiation économique*, Éditions du CNRS.
- Ruben, B.D., (1999), "Simulations, games, and experience based learning: the quest for a new paradigm for teaching and learning", *Simulation & Gaming*, vol. 30, n°4, pp. 498-505.
- Schonberger, R., (1982), *Japanese manufacturing techniques*, Free Press.
- Simon, H.A., (1959), "Theories of decision making in economic and behavioral science", *American Economic Review*, vol. 49, n°1, pp. 253-283.
- Stier, K., (2003), "Teaching lean manufacturing concepts through project-based learning and simulation", *Journal of Industrial Technology*, vol. 19, n°4, pp. 2-6.
- Vaudelin, J.P., Devise, O., (2005), "L'intégration des compétences en vue de l'amélioration de la performance industrielle d'une unité de production", *Revue Française de Gestion Industrielle*, vol. 24, n°1, pp. 7-17.
- Verma, A.K., (2003), *Simulation tools and training programs in lean manufacturing*. Current status, Old Dominion University.
- Wolfé, J., Crookall, D., (1998), "Developing a scientific knowledge of simulation and gaming", *Simulation & Gaming*, vol. 29, n°1, pp. 7-19.
- Womack, J.P., Jones, D.T., Ross, D., (1990), *The machine that changed the world*, MacMillan Publishing.
- Womack, J.P., Jones, D.T., (2009), *Système Lean. Penser l'entreprise au plus juste*, 3<sup>e</sup> édition, Pearson Education.