

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : Génie Industriel

Spécialité : Chaines logistiques

Par : MERZOUK Fairouz

Sujet

**Développement d'une application informatique du jeu de la chaîne
logistique**

Soutenu publiquement, le 30/09/2021, devant le jury composé de :

Mme MENADJELIA Nardjes

MCB

Président

M BENNEKROUF MOHAMMED

MCB

Examineur

Mme TRIQUI LAMIA

MCA

Directeur de mémoire

M BENSMAIN YASSIR

MCB

Co- Directeur de mémoire

Année universitaire : 2020 - 2021

Remerciement

Avant tous, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté de mener à ce terme ce présent travail.

Je me remercie moi-même d'avoir trouvé la force de toujours me relever et d'aller de l'avant.

J'adresse mes sincères remerciements à l'ensemble de ma famille particulièrement ma mère et mon père, mes deux frères et ma petite sœur, pour leur amour, leur confiance, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel qui m'a permis de réaliser les études pour lesquelles je me destine et par conséquent ce mémoire.

Je souhaite particulièrement remercier mon Ami de toujours Abdelkader SALLEMINE pour son accompagnement, son soutien et son amitié durant toutes ces années.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers « Y.B » qui m'a porté le soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

La réalisation de ce modeste travail n'aurait jamais été possible sans l'implication de mes encadrants à qui je tiens à exprimer mes sincères remerciements :

Madame Triqui Lamia, chère encadrante pour son aide et ses précieux conseils qu'elle a sus me transmettre tout au long de mes études. Ma volonté de poursuivre dans ce domaine tient en particulier à son enseignement pour lequel je souhaite lui témoigner toute ma reconnaissance.

Monsieur Bensmain Yassir, qui a gracieusement accepté de diriger de main de maître ce modeste travail et surtout pour sa promptitude à répondre à toutes nos sollicitations.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques m'ont permis de bien mener mon chemin d'études.

Le chemin a été long et pavé d'arbustes peut-être, l'aventure, jonchées d'adversités mais ce qui importe véritablement, c'est la finalité, le dénouement...Et je suis de ceux qui croient que, la fin d'une chose vaut mieux que son début...Au demeurant, que les bénédictions soient !

« Toutes les situations sont porteuses de sens et d'enseignement. La principale difficulté qui subsiste, c'est d'attraper ce satané ascenseur social, encore faut-il que le système le permette. Le prendre, n'appartient qu'à soi, en avoir un dépend plutôt des structures »

Me Éric Dupond Moretti, Le Dictionnaire de ma vie

Fairouz Merzouk

Dédicace

Merci ALLAH de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et de bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire " Ya Kayoum " .

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère NACERA.

A mon père REDOUANE, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes mes années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que dieu les garde pour toujours.

A Mes deux frères Miloud et Boubaker,

A la prunelle de mes yeux, ma petite sœur, Fatima Zahra Bassmala,

A mes amis,

A mes oncles et tantes et toute la famille,

A tous ceux qui me sont chers,

A tous ceux qui m'aiment,

A tous ceux que j'aime,

Je dédie ce travail.

« .. وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ ... »

Résumé

L'effet coup de fouet peut entraîner des investissements excessifs dans les stocks tout au long de la chaîne d'approvisionnement lorsque les parties concernées tentent de se protéger contre les variations de la demande. Il peut également conduire à une accumulation de stocks chez le fabricant, ce qui augmente encore les coûts de la chaîne d'approvisionnement. Alors que le jeu de la bière « Beer Game » est particulièrement utile dans les cours sur la gestion des opérations, la programmation de la production et les questions connexes. Il met en évidence l'importance de la coordination entre les différents niveaux d'une organisation, le rôle des systèmes d'information dans le contrôle des systèmes complexes et les implications de différents paradigmes de production tels que la gestion des stocks juste-à-temps. Dans ce projet, nous proposons une implémentation d'une plateforme web « SupplyMe » qui est la digitalisation du jeu de la chaîne logistique, connu sous le nom « le jeu de la bière ».

Mots clés : Effet du coup de fouet, jeu de la bière, Chaîne logistique, apprentissage en ligne.

Abstract

The bullwhip effect can lead to excessive investment in inventory throughout the supply chain as the parties involved try to protect themselves from demand fluctuations. It can also lead to a buildup of inventory at the manufacturer, further increasing supply chain costs. While The Beer Game is particularly useful in courses on operations management, production scheduling and related issues, it highlights the importance of coordination between different levels of an organization, the role of information systems in controlling complex systems and the implications of different production paradigms such as just-in-time policy. This project is divided into three main parts, in a first part, we present a general overview of the bullwhip effect, its causes and how to counter it. In the second part, a literature review on learning games in general, within the supply chain specifically and the classic simulation of the famous beer game will be presented. In this project, we propose an implementation of a web platform "SupplyMe" which is the digitalization of the beer game.

Keywords: Bullwhip effect, Beer game, Supply chain, E-learning.

ملخص

يمكن أن تؤدي ضربة السوط في سلاسل اللوجستيات إلى الاستثمار المفرط في المخزون في جميع المراحل حيث تحاول الأطراف المعنية حماية نفسها من التغيرات في الطلب. يمكن أن تؤدي أيضاً إلى تراكم المخزون في الشركة المصنعة، مما يزيد من تكاليف سلسلة الامداد. في حين أن لعبة سلسلة مفيدة بشكل خاص في الدورات التدريبية حول إدارة العمليات وجدولة الإنتاج والقضايا ذات الصلة، حيث أنها تسلط الضوء على أهمية التنسيق بين المستويات المختلفة للمؤسسة، دور نظم المعلومات في التحكم في الأنظمة المعقدة والآثار المترتبة على نماذج الإنتاج المختلفة مثل سياسة الإنتاج في الوقت المناسب. في هذا المشروع، نقترح تطوير منصة ويب "SupplyMe" وهي نسخة رقمية للعبة سلسلة اللوجستية المعروفة باسم لعبة البيرة.

الكلمات الرئيسية: تأثير ضربة السوط، لعبة البيرة، سلسلة التوريد، التعلم الإلكتروني.

- Table des matières -

<i>Remerciement</i>	2
<i>Dédicace</i>	3
- Table des matières -	5
- Tables des figures -	8
Introduction générale.....	9
- Contexte générale	10
- Objectif du projet	10
Chapitre 1 : Le phénomène du coup de fouet dans les chaînes logistiques	12
I. Introduction	13
II. L'effet coup de fouet dans les chaînes logistiques [1]	13
III. Les causes d'effet coup de fouet [2].....	14
IV. La mise à jour des prévisions de la demande	14
IV.1 Regroupement des commandes.....	15
IV.2 Fluctuation des prix.....	16
IV.3 Rationnement et jeu de pénurie.....	16
V. Comment contrer l'effet coup de fouet :.....	17
V.1 Éviter les mises à jour multiples des prévisions de la demande	17
V.2 Les lots de commandes.....	17
V.3 Stabiliser les prix	17
V.4 Éliminer les jeux dans les situations de pénurie	18
VI. L'énoncé du problème :.....	18
VII. Conclusion.....	19
Chapitre 2 : Les jeux sérieux.....	20
I. Introduction	21
II. Serious Games [3]	21
II.1. Historique, domaines d'application et taxonomies :	21
II.2. Le développement des SG, un défi multidisciplinaire :.....	22
II.3. Théories et modèles pédagogiques et leurs implications pour la conception des SG	22
II.4. Déploiement et utilisation des SG.....	24
II.5. Mécanismes et modèles des SG à travers des exemples.....	25
II.6. Évaluation, retour d'information et analyse de l'apprentissage.....	26
III. Jeu d'apprentissage dans la chaîne logistique [4]	26
III.1. E-learning et Mobile-learning.....	27

III.2.	Gamification et apprentissage par le jeu (game-based learning)	27
III.3.	L'apprentissage mixte (blended learning)	27
III.4.	Simulation	27
IV.	Les applications et logiciels utilisés pour l'enseignement et l'apprentissage	28
IV.1.	Arena	28
IV.2.	IBM ILOG CPLEX	28
IV.3.	AnyLogic	29
IV.4.	AnyLogistix	29
IV.5.	SIMUL8	29
IV.6.	FLEXSIM	30
IV.7.	FLEXSIM CT / FLEXTERM	30
IV.8.	BEER Game (Jeu de la bière)	30
V.	Simulation du jeu de la bière [3]	30
VI.	Conclusion	34
Chapitre 3 : Développement d'une application web du jeu « Beer game »		35
I.	Introduction	36
II.	L'architecture de réseau d'informatique	36
II.1.	Le Réseau Peer To Peer	36
II.1.1.	Avantages du réseau Peer-To-Peer	36
II.1.2.	Inconvénients du réseau Peer-To-Peer	36
II.2.	Le Réseau Client-Serveur	37
II.2.1.	Avantages du modèle client-serveur	38
II.2.2.	Exemple d'applications utilisant le système client-serveur	38
II.2.3.	Architecture des systèmes client-serveur	39
II.2.4.	Architecture du système client-serveur à deux niveaux	39
II.2.5.	L'architecture à 3 niveaux	39
II.2.6.	Développements récents	40
II.2.7.	Problèmes et défis dans un système client-serveur	42
III.	Les outils utilisés pour la conception de la plateforme	42
III.1.	MongoDb pour la création de la database [7]	42
III.1.1.	Avantages de MongoDB	43
III.1.2.	Pourquoi utiliser MongoDB ?	44
III.1.3.	Où utiliser MongoDB ?	44
III.2.	ExpressJs framework en tant que serveur [8]	44
III.2.1.	Le concept d'intergiciel (middleware) dans Express.js	45
III.2.2.	Les différents types d'intergiciels Express.js	45
III.2.3.	EJs comme moteur de modèles	45

III.3.	Langages de programmations pour les pages Web	46
III.3.1.	Langages des structurations des pages web HTML	46
III.3.2.	CSS : Langage de présentation des pages web	46
III.3.3.	BOOTSTRAP	46
IV.	Architecture du Système	46
IV.1.	L'interface de l'application :	47
IV.2.	La base de données	47
IV.3.	Le serveur.....	47
VIII.	Implémentation du système	47
IX.	Description de la plateforme	48
IX.1	Fenêtre principale.....	48
IX.2	La Page « Sign up »	48
IX.3	La Page « Login »	49
IX.4	La page « Create a new Game »	49
IX.5	La page « My Games »	50
IX.6	La page « choix du rôle ».....	50
IX.7	La page d'accès au jeu	51
IX.8	La page des joueurs.....	51
IX.8.1	Le bouton « Help »	52
IX.8.2	Le bouton « Statistics »	52
IX.9	La page de l'animateur.....	53
IX.10	La page du Débriefing.....	53
X.	Conclusion.....	54
	Conclusion générale	55

- Tables des figures -

Figure 1 : la forte variabilité des commandes passées du client au fabricant par rapport aux ventes actuelles.....	15
Figure 2 : Les trois noyaux de la conception SG	22
Figure 3 : les étapes d'apprentissage de Kolb.....	24
Figure 4 : Instantanés de CancerSpace et de ReMission.....	25
Figure 5 : Simulation de Beer Game (pris du tutorial du jeu).....	32
Figure 6 : Circulation du flux (pris du tutorial du jeu).....	33
Figure 7 : Architecture Peer to Peer	36
Figure 8 : Architecture Client-Serveur	37
Figure 9 : interprocessus de communication entre le client et le serveur.....	38
Figure 10 : Transfert de fichier	38
Figure 11 : Transfert de courrier électronique.....	39
Figure 12 : Architecture client-serveur à deux niveaux	39
Figure 13 : Architecture client-serveur à deux niveaux	40
Figure 14 : La structure des utilisateurs dans une université utilisant le cloud computing.....	41
Figure 15 : Capture de la surface de MongoDB	44
Figure 16 : Éléments d'un appel middleware au niveau de l'application. Source : Express 2018e.	45
Figure 17 : Architecture de notre système	47
Figure 18 : Page Principale de SupplyMe.....	48
Figure 19 : Page D'authentification	49
Figure 20 : Page Login	49
Figure 21 : La page « create new game ».....	49
Figure 22 : Statistique de toutes les entités (la communication est activée).....	50
Figure 23 : La page « My Games ».....	50
Figure 24 : La page « choose your role ».....	51
Figure 25 : la page « Welcome to the game »	51
Figure 26 : La page des joueurs	52
Figure 27 : La fenêtrés des instructions	52
Figure 28 : La page du Debriefing	54

Introduction générale

- Contexte générale

Tout le monde se demande ce qui pourrait se passer si les fluctuations des commandes augmentaient en amont ou si la consommation de marchandises augmentait d'un cran en aval ; je pense que nous ne le saurons jamais ; Sauf si nous interprétons bien toutes les étapes qui entraînent une distorsion de la demande réelle des clients dans la chaîne d'approvisionnement.

L'effet du coup de fouet peut entraîner des investissements excessifs dans les stocks tout au long de la chaîne d'approvisionnement lorsque les parties concernées tentent de se protéger contre les variations de la demande. Il peut également conduire à une accumulation de stocks chez le fabricant, ce qui augmente encore les coûts de la chaîne d'approvisionnement. Alors que le « beer game » est particulièrement utile dans les cours sur la gestion des opérations, la programmation de la production et les questions connexes. Le jeu met en évidence l'importance de la coordination entre les différents niveaux d'une organisation, le rôle des systèmes d'information dans le contrôle des systèmes complexes et les implications de différents paradigmes de production tels que la gestion des stocks juste-à-temps.

Ce modeste travail présente les études de quelques aspects sur « l'effet coup de fouet ». Auparavant, au cours de quelques paragraphes introductifs, on se propose de familiariser le lecteur avec le thème.

Dans le premier chapitre, nous présentons d'abord une description historique sur l'apparition du « Bullwhip effect » et expliquerons que se passe-t-il lorsqu'une chaîne d'approvisionnement est victime d'un effet de fouet qui déforme les informations sur la demande lorsqu'elles sont transmises en amont de la chaîne.

Ensuite, dans le deuxième chapitre 2 : une revue littéraire sur les jeux d'apprentissage et leurs développements ainsi que les logiciels et les outils d'apprentissage utilisés dans la chaîne logistique seront présentés

Après, dans le troisième chapitre, nous abordons l'aspect pratique de notre projet. Nous listons tout d'abord, tous les logiciels dont nous avons eu besoin pour ce projet, ainsi que l'environnement matériel utilisé. Ensuite, nous présentons l'application développée à travers ses interfaces et son comportement.

- Objectif du projet

Le but de notre projet est d'éliminer beaucoup de temps qui est consacrée à l'exécution de la mécanique des flux de matériel et d'informations dans la version classique du jeu (en présentiel). Il n'est pas facile de gérer des expéditions de dizaines de jetons pendant que l'animateur essaie de garder toutes les équipes synchronisées. Notre plateforme « Supply Me » resèque tous les mécanismes du jeu. De plus, nous voudrions que le programme agisse comme un "instructeur" qui guidera les joueurs à chaque étape du jeu. La confusion sera réduite au minimum et les équipes pourront avancer à leur propre rythme. L'interface sera conçue pour aider les étudiants à visualiser le matériel et les flux d'informations. L'expérience du jeu aidera les étudiants à

Introduction générale

visualiser d'importants concepts d'inventaire. Enfin, avec notre programme informatique, il sera facile d'exécuter le jeu et de collecter et afficher les résultats.

Notre objectif consiste donc à développer une application Client-Serveur identique au jeu de la supply chain (une seule instance de chaque entité : une seule usine, un seul distributeur, un seul grossiste, un seul client) pour enrichir le e-learning au sein de notre établissement.

Chapitre 1 : Le phénomène du coup de fouet dans les chaînes logistique

I. Introduction

Dans ce chapitre nous commençons par la revue historique de l'effet coup de fouet, ses causes et comment contrer cet effet ainsi nous intéressons à des problématiques concernant le jeu de la bière nous proposons des solutions.

II. L'effet coup de fouet dans les chaînes logistiques [1]

Il n'y a pas si longtemps, les responsables de la logistique de Procter & Gamble (P&G) ont examiné les modalités de commande de l'un de leurs produits les plus vendus, Pampers. Ses ventes dans les magasins de détail fluctuaient, mais les variations n'étaient certainement pas excessives. Cependant, lorsqu'ils ont examiné les commandes des distributeurs, les cadres ont été surpris par le degré de variabilité. Lorsqu'ils ont examiné les commandes de matériaux de P&G à leurs fournisseurs, tels que 3M, ils ont découvert que les variations étaient encore plus importantes. À première vue, les variabilités n'avaient pas de sens. Alors que les consommateurs, en l'occurrence les bébés, consommaient des couches à un rythme régulier, les variations des commandes dans la chaîne d'approvisionnement s'amplifiaient à mesure que l'on remontait dans la chaîne. P&G a appelé ce phénomène l'effet "bullwhip". (Dans certaines industries, il est connu sous le nom d'effet "coup de fouet" ou "whipsaw").

Lorsque les dirigeants de Hewlett-Packard (HP) ont examiné les ventes d'une de ses imprimantes chez un revendeur important, ils ont constaté qu'il y avait, comme prévu, des fluctuations dans le temps.

Cependant, lorsqu'ils ont examiné les commandes du revendeur, ils ont observé des fluctuations beaucoup plus importantes. De plus, à leur grande surprise, ils ont découvert que les commandes de la division des imprimantes à la division des circuits intégrés de l'entreprise présentaient des fluctuations encore plus importantes.

Que se passe-t-il lorsqu'une chaîne d'approvisionnement est victime d'un effet de fouet qui déforme les informations sur la demande lorsqu'elles sont transmises en amont de la chaîne ?

Dans le passé, sans être en mesure de voir les ventes de ses produits au stade du canal de distribution, HP devait se fier aux ordinateurs des ventes des revendeurs pour faire des prévisions de produits, planifier la capacité, contrôler les stocks et programmer la production. Les fortes variations de la demande constituaient un problème majeur pour la direction de HP.

Les symptômes courants de ces variations pouvaient être des stocks excessifs, de mauvaises prévisions de produits, des capacités insuffisantes ou excessives, un mauvais service à la clientèle en raison de produits indisponibles ou de longues périodes d'attente, une planification incertaine de la production (c'est-à-dire des révisions excessives) et des coûts élevés pour les corrections, comme les expéditions exagérées et les heures supplémentaires. La division des produits de HP a été victime de fluctuations de commandes exagérées par les revendeurs par rapport à leurs ventes ; à son tour, elle a créé des exagérations supplémentaires de fluctuations de commandes aux fournisseurs.

III. Les causes d'effet coup de fouet [2]

La meilleure illustration de l'effet coup de fouet est sans doute le célèbre "jeu de la bière". Dans ce jeu, les participants (étudiants, managers, analystes, etc.) jouent le rôle de clients, de détaillants, de grossistes et de fournisseurs d'une marque de bière populaire. Les participants ne peuvent pas communiquer entre eux et doivent prendre des décisions de commande en se basant uniquement sur les commandes du joueur suivant en aval. Les modèles de commande partagent un thème commun et récurrent : les variabilités d'un site en amont sont toujours plus grandes que celles du site en aval, une illustration simple mais puissante de l'effet coup de fouet. Cette variabilité de commande amplifiée peut être attribuée à la prise de décision irrationnelle des joueurs. En effet, les expériences de Sterman ont montré que le comportement humain, tel que des idées fausses sur les informations relatives aux stocks et à la demande, peut être à l'origine de l'effet coup de fouet.

En revanche, nous montrons que l'effet coup de fouet est une conséquence du comportement rationnel des acteurs au sein de l'infrastructure de la chaîne d'approvisionnement. Cette distinction importante implique que les entreprises qui souhaitent contrôler l'effet coup de fouet doivent se concentrer sur la modification de l'infrastructure de la chaîne et des processus associés plutôt que sur le comportement des décideurs.

Nous avons identifié quatre causes principales de l'effet bull-whip :

- La mise à jour des prévisions de la demande
- Le regroupement des commandes
- Fluctuation des prix
- Rationnement et jeu de la pénurie

Chacune de ces quatre forces, de concert avec l'infrastructure de la chaîne et la prise de décision rationnelle des gestionnaires de commandes, crée l'effet coup de fouet. Comprendre les causes de cet effet aide les managers à concevoir et à développer des stratégies pour le contrer.

IV. La mise à jour des prévisions de la demande

Chaque entreprise d'une chaîne d'approvisionnement effectue généralement des prévisions de produits pour la programmation de la production, la planification de la capacité, le contrôle des stocks et la planification des besoins en matériel. Les prévisions sont souvent basées sur l'historique des commandes des clients immédiats de l'entreprise.

Les résultats du jeu de la bière sont la conséquence de nombreux facteurs comportementaux, tels que les perceptions et la méfiance des joueurs. Un facteur important est le processus de réflexion de chaque joueur qui projette la courbe de la demande en fonction de ce qu'il observe. Lorsqu'une opération en aval passe une commande, le responsable en amont traite cet élément d'information comme un signal sur la demande future du produit. Sur la base de ce signal, le responsable en amont réajuste ses prévisions de demande et, à son tour, les commandes passées

auprès des fournisseurs de l'opération en amont. Nous soutenons que le traitement des signaux de demande est un facteur important de l'effet coup de fouet.

Par exemple, si vous êtes un gestionnaire qui doit déterminer la quantité à commander à un fournisseur, vous utilisez une méthode simple pour prévoir la demande, comme le lissage exponentiel. Avec le lissage exponentiel, les demandes futures sont continuellement mises à jour à mesure que les nouvelles données quotidiennes de la demande sont disponibles. La commande que vous envoyez au fournisseur reflète le montant dont vous avez besoin pour réapprovisionner les stocks afin de répondre aux exigences des demandes futures, ainsi que les stocks de sécurité nécessaires. Les demandes futures et les stocks de sécurité associés sont mis à jour en utilisant la technique du lissage. Avec des délais de livraison longs, il n'est pas rare d'avoir des semaines de stocks de sécurité. Il en résulte que les fluctuations dans le temps des quantités commandées peuvent être beaucoup plus importantes que celles des données de la demande.

Maintenant, un site plus haut dans la chaîne d'approvisionnement, si vous êtes le responsable du fournisseur, les commandes quotidiennes du responsable du site précédent constituent votre demande. Si vous utilisez également le lissage exponentiel pour mettre à jour vos prévisions et vos stocks de sécurité, les commandes que vous passez à votre fournisseur auront des fluctuations encore plus importantes. Pour un exemple de telles fluctuations de la demande.

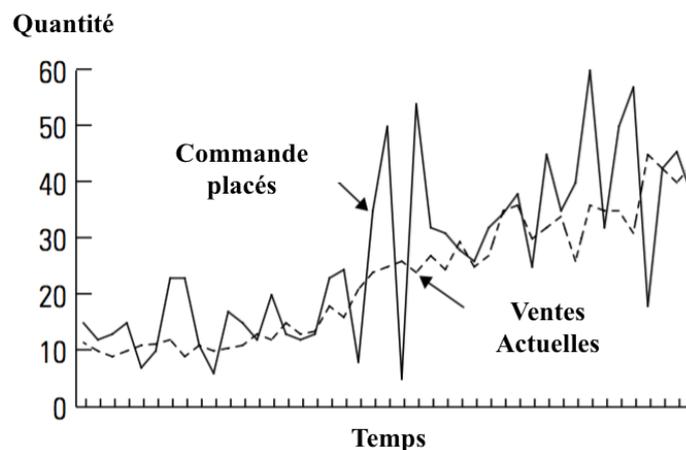


Figure 1 : la forte variabilité des commandes passées du client au fabricant par rapport aux ventes actuelles

Comme on peut le voir sur la figure ci-dessus, les commandes passées par le revendeur au fabricant sont beaucoup plus variables que les demandes des consommateurs. Comme la quantité de stock de sécurité contribue à l'effet coup de fouet, il est évident que, lorsque les délais entre le réapprovisionnement des articles le long de la chaîne d'approvisionnement sont plus longs, la fluctuation est encore plus importante

IV.1 Regroupement des commandes

Dans une chaîne d'approvisionnement, chaque entreprise passe des commandes à une organisation en amont en utilisant un certain suivi ou contrôle des stocks. Les demandes arrivent, épuisant le stock, mais l'entreprise peut ne pas passer immédiatement une commande

à son fournisseur. Elle procède souvent à une mise en lots ou à un regroupement des demandes avant de passer une commande. Il existe deux formes de regroupement des commandes : la commande périodique et la commande groupée.

Au lieu de commander fréquemment, les entreprises peuvent commander toutes les semaines, toutes les deux semaines ou même tous les mois. Souvent, le fournisseur ne peut pas traiter des commandes fréquentes car le temps et le coût de traitement d'une commande peuvent être considérables.

Lorsqu'une entreprise doit faire face à des commandes périodiques de la part de ses clients, il en résulte un effet coup de fouet. Si les cycles de commande de tous les clients étaient répartis uniformément tout au long de la semaine, l'effet d'entraînement se produirait.

Les pics périodiques de la demande de certains clients seraient insignifiants car ils ne commanderaient pas tous en même temps. Malheureusement, une telle situation idéale existe rarement. Il est plus probable que les commandes soient réparties de manière aléatoire ou, pire, qu'elles se chevauchent. Lorsque les cycles de commande se chevauchent, la plupart des clients qui commandent périodiquement le font en même temps. Par conséquent, la poussée de la demande est encore plus prononcée et la variabilité due à l'effet de fouet est à son maximum.

IV.2 Fluctuation des prix

Les achats à terme résultent des fluctuations de prix sur le marché. Les fabricants et les distributeurs proposent périodiquement des promotions spéciales telles que des remises de prix, des remises de quantité, des coupons, des rabais, etc. Toutes ces promotions entraînent des fluctuations de prix. De plus, les fabricants proposent des accords commerciaux aux distributeurs et aux grossistes, qui sont une forme indirecte de remises sur les prix.

Lorsque le prix d'un produit est bas, le client achète de plus grandes quantités que nécessaire. Lorsque le prix du produit redevient normal, le client cesse d'acheter jusqu'à ce qu'il ait épuisé son stock. Par conséquent, les habitudes d'achat du client ne reflètent pas ses habitudes de consommation, et la variation des quantités achetées est beaucoup plus importante que la variation du taux de consommation - l'effet coup de fouet.

Lorsque les prix sont élevés ou bas, les achats à terme peuvent être une décision rationnelle. Si le coût de détention des stocks est inférieur à l'écart de prix, il est logique d'acheter à l'avance. En fait, le phénomène des prix élevés et bas a suscité un courant de recherche sur la manière dont les entreprises doivent commander de manière optimale pour profiter des opportunités de prix bas.

IV.3 Rationnement et jeu de pénurie

Lorsque la demande de produits est supérieure à l'offre, un fabricant rationne souvent ses produits aux clients. Dans un schéma, le fabricant attribue la quantité en proportion de la quantité commandée. Par exemple, si l'offre totale ne correspond qu'à 50 % de la demande totale, tous les clients peuvent demander à être rationnés. Reçoivent 50 % de ce qu'ils

commandent. Sachant que le fabricant va rationner lorsque le produit est en pénurie, les clients exagèrent leurs besoins réels lorsqu'ils commandent. Plus tard, lorsque la demande se refroidit, les commandes disparaissent soudainement et les annulations affluent.

V. Comment contrer l'effet coup de fouet :

Comprendre les causes de l'effet coup de fouet peut aider les managers à trouver des stratégies pour l'atténuer. En effet, de nombreuses entreprises ont commencé à mettre en œuvre des programmes innovants qui s'attaquent partiellement à cet effet.

Nous allons classer les diverses initiatives et autres remèdes possibles en fonction du mécanisme de coordination sous-jacent, à savoir le partage d'informations, l'alignement des canaux et l'efficacité opérationnelle. Avec le partage d'informations, les informations sur la demande d'un site en aval sont transmises en amont en temps voulu.

L'alignement des canaux est la coordination des prix, du transport, de la planification des stocks et de la propriété entre les sites en amont et en aval d'une chaîne d'approvisionnement. L'efficacité opérationnelle désigne les activités qui améliorent les performances, telles que la réduction des coûts et des délais.

V.1 Éviter les mises à jour multiples des prévisions de la demande

Normalement, chaque membre d'une chaîne d'approvisionnement effectue une certaine forme de prévision dans le cadre de sa planification (par exemple, le fabricant s'occupe de la planification de la production, le grossiste de la planification logistique, etc.) Les effets coup de fouet sont créés lorsque les membres de la chaîne d'approvisionnement traitent la demande de leur membre immédiatement en aval pour établir leurs propres prévisions. La demande du membre en aval immédiat, bien sûr, résulte de la prévision de ce membre, avec la contribution de son propre membre en aval.

V.2 Les lots de commandes

Étant donné que les lots de commandes contribuent à l'effet coup de fouet, les entreprises doivent élaborer des stratégies qui conduisent à des lots plus petits ou à un réapprovisionnement plus fréquent. En outre, les contre-stratégies que nous avons décrites précédemment sont utiles. Lorsqu'une entreprise en amont reçoit des données de consommation selon un calendrier fixe et périodique de la part de ses clients en aval, elle ne sera pas surprise par une commande groupée inhabituellement importante en cas de poussée de la demande.

V.3 Stabiliser les prix

La façon la plus simple de contrôler l'effet coup de fouet causé par les achats à terme et les détournements est de réduire à la fois la fréquence et le niveau des rabais sur les prix de gros. Le fabricant peut réduire les incitations à l'achat à terme au détail en établissant une politique de prix de gros uniforme.

V.4 Éliminer les jeux dans les situations de pénurie

Lorsqu'un fournisseur est confronté à une pénurie, au lieu de répartir les produits en fonction des commandes, il peut les répartir en fonction des ventes passées. Les clients ne sont alors pas incités à exagérer leurs commandes.

Les "jeux" en cas de pénurie atteignent leur maximum lorsque les clients disposent de peu d'informations sur la situation de l'offre des fabricants. Le partage des informations sur les capacités et les stocks permet d'atténuer l'anxiété des clients et, par conséquent, de réduire leur besoin de jouer. Mais le partage des informations sur les capacités est insuffisant lorsqu'il y a une véritable pénurie. Certains fabricants travaillent avec leurs clients pour passer des commandes bien avant la saison des ventes. Ils peuvent ainsi ajuster la capacité de production ou le calendrier en ayant une meilleure connaissance de la demande de produits.

VI. L'énoncé du problème :

Le domaine industriel conduit l'étudiant à opter pour un thème centré sur les entreprises. Il peut s'agir de gestion, administration, marketing, techniques ou mêmes ressources humaines. Ces variétés de sujet enrichissent les capacités d'investigations. D'ailleurs en tant qu'apprenant dans ce secteur, nous devons trouver de nouvelles idées applicables et innovatrices. L'essentiel de notre problématique est quelle est la manière optimale pour introduire à une classe de 20-30 étudiants les règles du jeu de la bière tout en leur exigeant de les suivre et respecter. Nombreux étudiants choisissent la communication comme objet d'acquisition. Or lors la simulation du « Beer Game » est une tâche assez difficile.

De plus, si un problème de distance apparaît dans le cycle universitaire de l'étudiant, c'est à la fois sans précédent et un peu ironique - dans une année qui nous a laissé sans voix, 2020 a été remplie de nouveaux mots qui ne ressemblent à aucun autre. Parmi les autres mots les plus courants, citons COVID-19, couvre-feu et cours en ligne. De là, nous avons cherché l'idée de passer d'une version classique du jeu de la bière à une version numérique afin que nous puissions permettre à l'étudiant de continuer à apprendre, à se développer dans le domaine du génie industriel, de la chaîne d'approvisionnement et de la logistique.

Ce projet consiste donc à la mise en place d'une plateforme Web « SupplyMe » qui met en toute facilité les règles du jeu de la chaîne d'approvisionnement aux étudiants. Ceci est possible à travers des instructions et les pages simplifiées de ce dernier. SupplyMe permettra d'éliminer la perte du temps au moment de déplacement des jetons, perte de temps liés au remplissage des feuilles de suivi. Ce jeu permet aussi d'aider l'utilisateur à bien prévoir ses commandes sans communiquer avec l'entité en amont ou en aval.

Notre sujet exige des compétences liées à l'informatique telles que la pensée/le raisonnement algorithmique, le codage et la manipulation de la plateforme web. Il nécessite également des connaissances de base dans le domaine de la gestion des réseaux et l'ingénierie des systèmes pour permettre une bonne compréhension du sujet.

VII. Conclusion

L'effet coup de fouet, ou la façon dont l'incertitude associée à la demande des clients finaux se propage dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, a été largement discuté dans la littérature sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Bien qu'il existe un courant de recherche bien établi sur les causes et les facteurs d'atténuation de l'effet coup de fouet dans les chaînes d'approvisionnement en amont, peu d'études ont examiné comment ce phénomène se manifeste dans les chaînes d'approvisionnement en boucle fermée. Afin de combler ce vide théorique, cette partie a été consacrée pour comparer les causes et les facteurs d'atténuation de l'effet coup de fouet dans les chaînes d'approvisionnement en amont et en aval.

Chapitre 2 : Les jeux sérieux

I. Introduction

Dans ce chapitre, l'état actuel de l'approche 'serious Games' est abordé par le biais d'une étude détaillée de l'état de l'art. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous allons citer quelques modèles d'apprentissage dans la chaîne logistique tout en expliquant en détail le concept du jeu de la Bière.

II. Serious Games [3]

II.1. Historique, domaines d'application et taxonomies :

Suite à la différenciation platonicienne entre les jeux pour le plaisir et les jeux pour l'apprentissage, le terme "serious game" (SG) a été utilisé pour la première fois par Abt (1970). Le terme "serious game" dans un contexte numérique a été utilisé pour la première fois en 2002, avec le lancement de l'initiative de la Serious Game dirigée par David Rejeski et Ben Sawyer aux États-Unis. Les SG ont été initialement conçus pour former des personnes à des tâches dans des emplois particuliers, comme la formation du personnel de l'armée ou des vendeurs.

Les jeux concernaient généralement l'acquisition de connaissances et/ou de compétences procédurales et s'adressaient à un public captif. Avec la diffusion des jeux "non durs" et des nouveaux appareils (par exemple, les smartphones, les tablettes, divers types de consoles), une variété de SG a été rapidement établie, pour différents types d'utilisateurs (étudiants, adultes, travailleurs, etc.), d'applications/objectifs (instruction, formation, publicité, politique, etc.) et mettant en œuvre différents genres (arcade, first person shooter, etc.)

Les travaux sur la catégorisation des SG montrent clairement cette diversité. Plusieurs taxonomies ont été proposées dans la littérature pour classer les SG selon différents critères, tels que les domaines d'application, les marchés, les compétences, les résultats d'apprentissage.

Le marché (le domaine d'application) et le but (objectif initial du concepteur) : les éléments de la première dimension comprennent : gouvernement, défense, marketing, éducation, entreprise, etc. Les éléments de la deuxième dimension incluent : advergames, jeux pour la santé, jeux au travail, etc.

Pour introduire des catégories basées sur le niveau psychopédagogique et technique des jeux. Une taxonomie en hyper cube a été développée ; mettant en évidence les dimensions suivantes :

- But - allant de l'amusement/plaisir à la formation/apprentissage.
- Réalité - allant de l'imitation de contextes réels et fictifs à la preuve de visualisations abstraites, comme dans des jeux tels que Tetra.
- Visualisations abstraites, comme dans des jeux tels que Tetris.
- Implication sociale : allant des jeux à joueur unique aux jeux massivement multi-joueurs.
- Activité - allant des types de jeux actifs à des types de jeux passifs

Les dimensions de classification retenues - qui sont une extension claire du modèle sont :

- But (éducation, information, marketing, diffusion de messages subjectifs, formation, commerce de biens, narration)
- Marché (Divertissement, Etat et Gouvernement, Militaire et Défense, Santé, Education, Entreprise, Religion, Culture et Art, Ecologie, Politique, Humanitaire et Caritatif, Média, Publicité, Recherche scientifique)
- Audience (Type : Grand Public, Professionnels, Etudiants ; groupes d'âge)

II.2. Le développement des SG, un défi multidisciplinaire :

Afin de développer et de déployer des outils d'apprentissage efficaces, il est nécessaire de prendre en compte toutes les parties prenantes (utilisateurs, éducateurs, familles, chercheurs, développeurs/industries) et l'ensemble du cycle, de la recherche au marché et vice-versa. D'un point de vue scientifique, cela nécessite de prendre en compte un mélange complexe de disciplines et de technologies, telles que : L'intelligence artificielle (IA), l'interaction homme-machine (IHM), les réseaux, l'infographie et l'architecture, le traitement du signal, l'informatique distribuée sur le web, les neurosciences. Ces technologies doivent être développées et exploitées dans le cadre d'une approche multidisciplinaire ciblée qui place les avantages pour l'utilisateur au centre du processus. Compte tenu de l'objectif pédagogique, les SG doivent fournir des contenus de qualité dans le domaine cible et leur développement doit s'appuyer sur des bases pédagogiques appropriées.

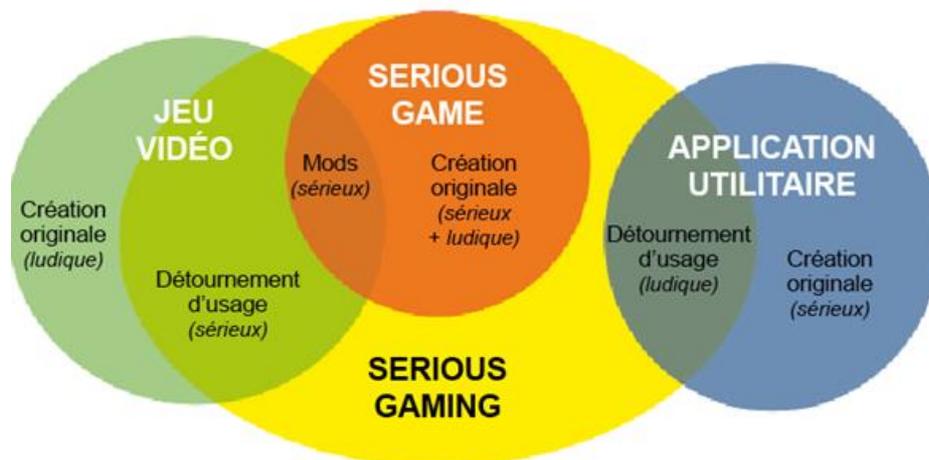


Figure 2 : Les trois noyaux de la conception SG

II.3. Théories et modèles pédagogiques et leurs implications pour la conception des SG

Les jeux sont motivants "en soi" - et peuvent être utilisés avec succès dans ce but. Cependant, l'efficacité pédagogique implique d'autres aspects qui peuvent être analysés à la lumière des théories pédagogiques. L'objectif de cette section n'est pas de fournir une vue d'ensemble de ces théories, mais de présenter et de discuter les principaux aspects impliqués dans la conception des SG et leurs implications.

La conception et l'utilisation des jeux sérieux numériques ont un certain fondement théorique

dans les théories d'apprentissage constructivistes, qui soulignent que les connaissances sont créées par l'expérience lors de l'exploration du monde et de l'exécution d'activités.

Les implications sur la conception des jeux impliquent la création d'environnements virtuels, généralement en 3D, où le joueur peut acquérir des connaissances par l'exploration et la pratique (par exemple, la manipulation d'objets), éventuellement en collaboration avec d'autres personnes. Le constructivisme souligne l'importance pour l'apprenant de construire ses propres connaissances. Cependant, défend l'importance de l'orientation, en particulier pour les novices. Ils se réfèrent à la théorie de la charge cognitive (CLT), soulignant la nécessité d'un enseignement explicite en raison des limites de la mémoire de travail.

Une autre théorie importante est celle du flux, basée sur les concepts fondamentaux de Csikszentmihalyi . Le flux a été utilisé pour la première fois pour mesurer l'engagement dans un jeu éducatif dont les auteurs de l'étude ont rassemblé diverses heuristiques présentes dans la littérature dans un modèle concis, le GameFlow, composé de huit éléments :

La concentration – Défi – Compétences – Contrôle - Objectifs clairs – Feedback – immersion
- Interaction sociale.

Après plus de trois décennies de concurrence commerciale, la plupart des jeux vidéo actuels intègrent et exploitent délibérément les huit composantes du flux. Soulignant que la plupart des jeux répondent de manière adéquate à deux éléments primaires du flow - un objectif clair et un retour d'information - mais que l'équilibre entre les défis du jeu et les compétences du joueur fait souvent défaut. Afin de maintenir l'expérience de fluidité d'un utilisateur, l'activité du jeu doit équilibrer le défi inhérent et la capacité du joueur à le relever et à le surmonter. Si le défi dépasse cette capacité, l'activité devient tellement écrasante qu'elle génère de l'anxiété.

D'autre part, si le défi n'engage pas le joueur, celui-ci perd son intérêt et a rapidement tendance à s'ennuyer. Cependant, la conception d'un tel équilibre devient un plus grand défi lorsque la taille du public potentiel augmente, ce qui est le cas typique des jeux vidéo.

Actuellement, la plupart des jeux n'offrent qu'une seule expérience étroite et statique, qui peut retenir le joueur typique dans le flux, mais qui peut ne pas être amusante pour le joueur hardcore ou novice. Plusieurs possibilités de choix doivent être offertes au joueur, en s'adaptant aux zones de flux personnelles des différents utilisateurs, ce qui est coûteux et peut interrompre l'expérience de l'utilisateur.

Plusieurs modèles d'apprentissage ont été utilisés pour inspirer la conception des SG et évaluer leur validité. Parmi les modèles de connaissances, nous soulignons le modèle SECI de Nonaka qui est mentionné comme une base théorique pour l'utilisation d'ateliers basés sur les GE, au moins dans les domaines des affaires, de la gestion et de la fabrication, et les "quatre niveaux d'évaluation de l'apprentissage" de Kirkpatrick, qui est un modèle populaire d'évaluation de l'impact de l'apprentissage, impliquant les niveaux suivants :

Réaction – Apprentissage – Comportement - Résultats.

Un cinquième niveau d'évaluation a été ajouté dans les nouvelles versions du modèle, considérant également le retour sur l'investissement et l'impact sur les clients et la société, respectivement.

Deux modèles pédagogiques semblent complémentaires, simples et particulièrement utiles pour analyser les SG :

- La taxonomie de Bloom, qui est l'approche cognitive la plus populaire pour l'évaluation des jeux d'apprentissage.
- Le modèle d'apprentissage expérientiel de Kolb qui systématise les travaux fondés sur l'épistémologie génétique du développement cognitif de Piaget, sur le pragmatisme philosophique de Dewey et sur la psychologie sociale de Lewin, en plaçant l'expérience au centre du processus d'apprentissage. Les bons SG et les bonnes simulations devraient permettre aux utilisateurs de faire des expériences significatives, soutenant ainsi typiquement le paradigme pédagogique de l'apprentissage par l'expérience.

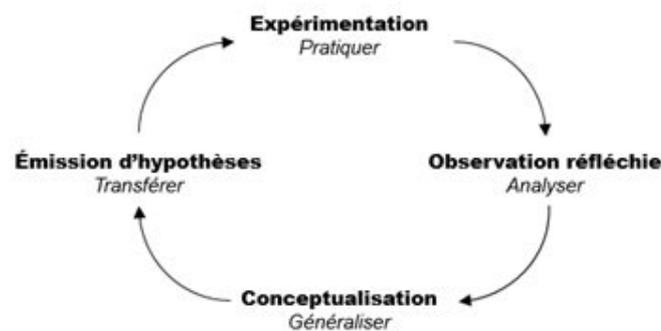


Figure 3 : les étapes d'apprentissage de Kolb

II.4. Déploiement et utilisation des SG

Les SG sont utilisés dans divers contextes de formation et d'éducation, depuis les écoles primaires (par exemple, avec des jeux de mathématiques et de langues étrangères) jusqu'aux universités (notamment avec des jeux de gestion commerciale, de logistique et de fabrication, par exemple).

Lorsqu'on utilise des jeux ou des SG commerciaux, les critères de choix typiques sont les suivants :

- Capacité à couvrir les sujets nécessaires pour les étudiants cibles (qui présentent généralement des profils différents).
- Satisfaction des principes pédagogiques de base.
- Satisfaction des critères d'utilisation de base.
- Coût de la licence.
- Possibilité pour les élèves de jouer à la maison ou, de toute façon, sur leur ordinateur

portable.

L'utilisation intensive des jeux vidéo, en particulier par les jeunes, suscite des inquiétudes. Il convient d'en tenir compte également dans le cas des jeux éducatifs, notamment en ce qui concerne l'hyperstimulation et la distinction entre virtualité et réalité. Ce point souligne à nouveau, d'une part, la nécessité d'adultes responsables capables de gérer le processus éducatif et, d'autre part, l'importance d'une conception centrée sur l'utilisateur, prenant en compte toutes les parties prenantes du processus, à commencer par les parents.

II.5. Mécanismes et modèles des SG à travers des exemples

Cette section vise à montrer les principaux mécanismes et modèles utilisés dans la conception des SG, en analysant un ensemble de SG et de formats bien établis. CancerSpace (figure suivante) est un format de jeu qui intègre des aspects de l'apprentissage en ligne, de la théorie de l'apprentissage des adultes et de la théorie du behaviorisme pour soutenir l'apprentissage, promouvoir la rétention des connaissances et encourager le changement de comportement. La conception de CancerSpace encourage l'apprentissage autonome en présentant aux joueurs des situations du monde réel dans lesquelles ils doivent prendre des décisions similaires à celles qu'ils prendraient dans les cliniques.

Les utilisateurs ciblés sont des professionnels travaillant dans des centres de santé communautaires. Les auteurs soulignent les principales particularités du jeu par rapport à un simple environnement collaboratif d'apprentissage en ligne en 3D.

Le premier point concerne le jeu de rôle : l'utilisateur doit aider le personnel clinique à évaluer la littérature clinique, à intégrer les preuves dans leur prise de décision clinique, à planifier des changements dans la prestation du dépistage du cancer et à accumuler des points correspondant à une augmentation des taux de dépistage du cancer. L'utilisateur prend des décisions et observe si le plan d'action choisi améliore les taux de dépistage du cancer.



Figure 4 : Instantanés de CancerSpace et de ReMission

II.6. Évaluation, retour d'information et analyse de l'apprentissage

Une application efficace des SG pour l'éducation et la formation exige notamment des mesures, des analyses, des outils et des techniques appropriés pour l'évaluation de l'utilisateur dans le jeu. L'évaluation est un élément clé pour les jeux et l'éducation, car elle permet de connaître et de comprendre l'état réel de l'utilisateur final, ce qui constitue la base d'un traitement approprié. Une évaluation correcte nécessite de suivre en permanence l'utilisateur dans toutes ses activités de jeu, ce qui permet un retour d'information approprié et favorise l'adaptabilité et la personnalisation. L'évaluation doit être effectuée en temps réel et sans interrompre le flux de l'utilisateur (évaluation furtive ou intégrée).

Cela peut se faire notamment en mesurant des éléments tels que les résultats d'apprentissage et l'engagement, compte tenu de la double nature des SG, qui sont des jeux convaincants permettant d'atteindre des objectifs pédagogiques précis. L'analyse de l'apprentissage et l'analyse des jeux sont les outils actuellement développés pour améliorer la conception des jeux et fournir un retour au joueur sur la base des données de jeu réelles.

L'adaptabilité aux différents profils d'apprenants est une capacité difficile à fournir par des enseignants humains dans des classes nombreuses, et représente donc une valeur ajoutée importante pour un système capable de soutenir un apprentissage et un enseignement efficaces.

Cependant, en raison de la complexité de la nature humaine et des différences individuelles, une évaluation objective et systématique du comportement et des performances des apprenants reste très difficile. En outre, les analyses de données et les méthodes d'évaluation tenant compte de la nature même des SG sont encore peu développées.

III. Jeu d'apprentissage dans la chaîne logistique [4]

La manière idéale de développer les concepts logistiques est de montrer aux gens les conséquences de chaque décision qu'ils prennent en termes d'efficacité, de productivité, de niveaux de stock, de sélection des fournisseurs, etc., et d'indiquer comment une décision dans un secteur de l'entreprise affecte les performances du système global. Par exemple, parmi les jeux de simulation similaire à notre thème le jeu Logistic Simulator (LOST). LOST est un jeu vidéo qui permet aux étudiants de développer des concepts logistiques et de comprendre ses interfaces comme s'il s'agissait d'un jeu.

L'évolution des TIC a conduit à l'utilisation croissante des TIC dans l'enseignement également. Les méthodes utilisées dans l'enseignement se sont développées au fil des ans et se sont adaptées aux nouvelles générations, plus exigeantes et plus impliquées dans les technologies de toutes sortes. Il n'est donc pas étonnant que l'enseignement et l'apprentissage se soient modernisés et numérisés à un tel point. Parallèlement à cela, de nouveaux termes sont apparus pour décrire ces méthodes d'apprentissage, et sont décrits dans cette section.

III.1. E-learning et Mobile-learning

L'apprentissage électronique « e-learning » ne se limite pas à la transformation du matériel d'enseignement existant en contenu multimédia destiné à être diffusé sur Internet ou sur un intranet. La mise en œuvre du modèle d'apprentissage électronique n'inclut pas nécessairement la conversion de l'ensemble du contenu pédagogique et peut améliorer considérablement la valeur du contenu éducatif de l'établissement d'enseignement. L'apprentissage électronique est en constante évolution, et le progrès le plus récent est son évolution vers l'apprentissage mobile (mobile-learning). Les smartphones sont devenus un outil crucial pour se connecter et accéder au contenu électronique, et il était logique que l'e-learning évolue vers le mobile-learning.

III.2. Gamification et apprentissage par le jeu (game-based learning)

Si l'on considère que les jeux font désormais partie de la vie quotidienne de la plupart des étudiants, il n'est pas étonnant que ce type d'apprentissage et d'enseignement soit développé. Les avantages des jeux utilisés pour encourager les étudiants à être plus actifs semblent donner un résultat positif. La gamification consiste à identifier les éléments amusants et addictifs des jeux et à les appliquer à des activités productives. La gamification n'implique pas de jeux réels, elle absorbe les éléments amusants d'un jeu (mécanismes ou techniques de conception de jeux) dans des applications du monde réel. Contrairement à la gamification, l'apprentissage par le jeu consiste à utiliser des jeux pour améliorer l'expérience d'apprentissage. La gamification utilise uniquement des techniques traditionnelles ou du matériel d'apprentissage en ligne sans utiliser de jeux, tandis que l'apprentissage basé sur le jeu utilise les jeux comme outils d'apprentissage.

III.3. L'apprentissage mixte (blended learning)

L'apprentissage mixte est à la fois simple et complexe. Dans sa forme la plus simple, l'apprentissage mixte est l'intégration réfléchie d'expériences d'apprentissage en classe en face à face avec des expériences d'apprentissage en ligne. Le concept d'intégration des points forts des activités d'apprentissage synchrones (en face à face) et asynchrones (par Internet sous forme de texte) présente un attrait intuitif considérable. L'expression "apprentissage mixte" peut être résumée comme une combinaison réussie de méthodes d'apprentissage contemporaines et traditionnelles.

III.4. Simulation

Les simulations utilisées comme méthodes d'enseignement consistent à imiter ou à copier réellement certains événements, processus ou relations pour en analyser les résultats. Le principal avantage de ce type d'apprentissage est que les utilisateurs peuvent modifier diverses conditions et comparer les résultats afin de prendre la meilleure décision. Ceci peut être réalisé sans prendre de risques et sans créer de coûts inutiles. Dans les simulations, les utilisateurs se voient souvent attribuer des rôles dans ces processus.

L'utilisation de toutes ces méthodes est associée aux générations qui ont grandi en jouant à divers jeux. Dans l'enseignement supérieur, il s'agit de mettre en œuvre des applications et des

logiciels qui résolvent des problèmes et des situations copiés de cas réels, mais d'une manière qui n'est plus ennuyeuse et peu attrayante.

IV. Les applications et logiciels utilisés pour l'enseignement et l'apprentissage

La revue suivante présente quelques-unes des applications et logiciels utilisés pour l'apprentissage de la logistique et de l'informatique pour la gestion de la logistique. Les entreprises de logistique modernes utilisent régulièrement certains d'entre eux.

IV.1. Arena

Le logiciel de simulation logistique Arena a fait ses preuves en permettant aux entreprises de modéliser et d'évaluer pratiquement tous les aspects de leur réseau logistique. La méthodologie de modélisation par organigramme d'Arena permet de définir et de communiquer facilement les subtilités d'une logistique complexe. Elle peut être utilisée pour les simulations d'usines, l'optimisation de la chaîne logistique, la simulation d'entrepôts et l'optimisation de la logistique. Arena Simulation Software est le logiciel de simulation d'événements discrets le plus utilisé dans le monde. Les entreprises considèrent l'expérience de la simulation Arena comme un facteur de différenciation et un avantage concurrentiel lors des décisions d'embauche. Les fonctionnalités courantes de ce logiciel sont les suivantes :

- Opérations Juste A Temps.
- Évaluation des alternatives d'expédition et de transport.
- Déterminer le meilleur emplacement pour les entrepôts ou autres installations.
- Évaluation des règles de répartition.
- Déterminer les exigences en matière de taille des installations.
- Identification des goulets d'étranglement dans le réseau logistique.
- Quantifier les risques.
- Déterminer les besoins en capacité des entrepôts.
- Évaluation des stratégies de préparation des commandes en entrepôt.
- Déterminer les besoins en main-d'œuvre.

IV.2. IBM ILOG CPLEX

Des organisations de premier plan issues de divers secteurs d'activité dans le monde entier utilisent IBM ILOG CPLEX Optimization Studio (COS) pour prendre de meilleures décisions.

IBM ILOG COS permet de développer et de déployer rapidement des modèles d'optimisation des décisions à l'aide de la programmation mathématique et de la programmation par contraintes. IBM COS combine un environnement de développement intégré complet qui prend

en charge le langage de programmation d'optimisation (OPL) et les solveurs CPLEX et CP Optimizer très performants.

IV.3. AnyLogic

AnyLogic est le principal logiciel de simulation pour les applications commerciales, utilisé dans le monde entier par plus de 40 % des entreprises du classement Fortune 100. Les modèles AnyLogic permettent aux analystes, aux ingénieurs et aux gestionnaires de mieux comprendre et d'optimiser des systèmes et des processus complexes dans un large éventail d'industries. AnyLogic est utilisé dans les industries suivantes : chaînes d'approvisionnement, transport, opérations d'entrepôt, logistique ferroviaire, exploitation minière, pétrole et gaz, trafic routier, terminaux de passagers, industrie manufacturière, soins de santé, processus d'entreprise, gestion des actifs, marketing, processus sociaux, défense.

IV.4. AnyLogistix

La simulation AnyLogistix s'appuie sur AnyLogic, l'outil logiciel de simulation leader du secteur, combiné aux capacités d'optimisation renommées d'IBM ILOG CPLEX. Elle permet d'étudier comment un modèle aboutit à ses résultats. En modifiant les paramètres du modèle en cours d'exécution, l'utilisateur peut découvrir des dépendances de cause à effet - par exemple, comment la modification des politiques d'inventaire influence-t-elle l'effet coup de fouet. AnyLogistix est utilisé pour des défis commerciaux tels que :

- Conception de la chaîne d'approvisionnement
- Évaluation des risques de la chaîne d'approvisionnement
- Planification du transport
- Optimisation des stocks
- Optimisation de l'approvisionnement
- Planification de la capacité de production
- Optimisation de la chaîne d'approvisionnement
- Quantification de l'effet coup de fouet.

IV.5. SIMUL8

SIMUL8 crée une maquette visuelle des processus, ce qui est similaire au dessin d'un organigramme. En ajoutant des délais et des règles aux différentes tâches, ressources et contraintes qui composent le système, la simulation représentera avec précision le processus commercial réel. Elle est utilisée pour améliorer les processus dans un large éventail d'industries telles que : soins de santé, l'industrie manufacturière, l'automobile, centres d'appels, produits pharmaceutiques et dispositifs médicaux, chaîne d'approvisionnement et logistique, commerce, secteur public et justice...

IV.6. FLEXSIM

FlexSim est un logiciel de simulation tridimensionnelle capable de modéliser, de simuler, de prévoir et de visualiser divers systèmes (fabrication, manutention, entreposage, soins de santé, emballage, logistique, etc.) Il permet d'optimiser les processus actuels et planifiés, d'identifier et de réduire les gaspillages, de réduire les coûts et d'augmenter les revenus. Le logiciel de simulation FlexSim est particulièrement efficace pour améliorer les systèmes logistiques. Les objets préconstruits permettent de construire rapidement des modèles. Grâce au modèle, les problèmes peuvent être identifiés et les solutions peuvent être testées. Les logiciels de simulation peuvent aider à améliorer la fiabilité du service, à optimiser l'utilisation des camions ou à effectuer davantage d'expéditions.

IV.7. FLEXSIM CT / FLEXTERM

FlexSim CT est un outil puissant pour la planification et l'analyse des projets et des opérations des terminaux à conteneurs et des gares ferroviaires intermodales. Il a été rebaptisé FlexTerm. FlexTerm est une solution logicielle qui fournit une puissante simulation 3D pour l'analyse des terminaux impliqués dans le mouvement des marchandises. FlexTerm renforce les capacités de planification, d'analyse et d'optimisation de l'aménagement des terminaux, ainsi que la simulation et l'émulation de presque tous les autres types d'installations maritimes et de transport de marchandises.

IV.8. BEER Game (Jeu de la bière)

Le jeu de la bière (ou jeu de la distribution de la bière) a été développé à l'origine dans les années 1960 par Jay Forrester au MIT, à la suite de ses travaux sur la dynamique des systèmes. Si l'objectif initial du jeu de simulation était de rechercher l'effet des structures des systèmes sur le comportement des personnes ("la structure crée le comportement"), le jeu peut être utilisé pour démontrer les avantages du partage de l'information, de la gestion de la chaîne d'approvisionnement et de la collaboration électronique dans la chaîne d'approvisionnement. Les fournisseurs, les fabricants, les vendeurs et les clients ont leur propre compréhension (souvent incomplète) de ce qu'est la demande réelle. Chaque groupe n'a le contrôle que d'une partie de la chaîne d'approvisionnement, mais chaque groupe peut influencer l'ensemble de la chaîne en commandant trop ou trop peu. De plus, chaque groupe est influencé par les décisions que prennent les autres. Ce manque de coordination associé à la capacité d'influencer tout en étant influencé par les autres conduit à l'effet coup de fouet (pénuries et surstocks dans toute la chaîne d'approvisionnement).

V. Simulation du jeu de la bière [3]

Le jeu de la bière (le jeu du coup de fouet) est un exercice qui simule les flux de matières et d'informations dans un système de production et de distribution. Il compte quatre acteurs : le détaillant, le grossiste, le distributeur et l'usine. La demande des clients (en fûts de bière) provient du détaillant, qui réapprovisionne son stock auprès du grossiste, le grossiste auprès du distributeur, et le distributeur auprès de l'usine.

À chaque période, les membres du canal doivent décider de la quantité, s'il y a lieu, à commander à leurs fournisseurs respectifs et l'usine doit décider de la quantité, s'il y a lieu, à produire. Il y a des délais de transport pour expédier le matériel d'un endroit à l'autre, et il y a un délai de production à l'usine. Alors que le matériel circule d'amont en aval, l'information circule dans le sens inverse par le biais des commandes. Il existe un délai de traitement des commandes, ou délai d'information, entre le moment où une commande est passée et celui où elle est reçue par le fournisseur.

Les joueurs partagent un objectif commun : optimiser les performances du système. Pour plus de détails sur ce jeu, voir, par exemple, Sterman (1984, 89). La demande des clients est de 4 fûts par période pendant les premières périodes, puis passe à 8 fûts par période pour le reste du jeu. De plus, les joueurs n'ont aucune connaissance préalable du processus de demande. (Les chiffres 4 et 8 ne sont pas importants, mais le schéma de la demande et le manque d'information des joueurs à son sujet le sont).

Ici, dans le Beer Game stationnaire, les demandes des clients aux différentes périodes sont indépendantes et identiquement distribuées, et tous les joueurs connaissent a priori la distribution de la demande. Il existe des raisons impérieuses pour lesquelles le beer game stationnaire est un outil d'enseignement intéressant. Premièrement, il est assez courant que les entreprises aient une certaine connaissance de la demande du marché et soient capables d'utiliser cette information à des fins de planification.

Deuxièmement, il existe un repère théorique pour la chaîne d'approvisionnement, c'est-à-dire ce que font les acteurs rationnels et quelle est la performance optimale de la chaîne d'approvisionnement. Il est utile de disposer de cet élément d'information car les étudiants demandent souvent ce que, les instructeurs, aurions fait.

Troisièmement, les étudiants trouvent souvent intéressant de formuler une stratégie de réapprovisionnement en utilisant la distribution de la demande, et ils sont souvent désireux de discuter du raisonnement qui sous-tend leurs stratégies.

Quatrièmement, le beer game stationnaire peut être utilisé comme un exemple de modèle d'inventaire à examen périodique qui est souvent enseigné dans les cours de gestion des opérations ou de gestion de la chaîne d'approvisionnement

Considérons une chaîne d'approvisionnement composée de quatre stations : une usine, un centre de distribution, un entrepôt et un magasin de détail. Le matériel circule de l'amont vers l'aval (c'est-à-dire de l'usine au centre de distribution, puis à l'entrepôt et enfin au magasin de détail), tandis que les informations, sous la forme de commandes de réapprovisionnement, circulent dans le sens inverse. Les flux de matériaux et d'informations sont tous deux soumis à des retards. Différents acteurs gèrent les stations. Ils n'ont accès qu'à l'état des stocks locaux et prennent des décisions de réapprovisionnement locales.

La demande des clients n'apparaît qu'au niveau du magasin de détail. Les demandes des différentes périodes sont des variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées.

Les coûts d'entreposage sont encourus à chaque station pour leurs stocks disponibles, et les coûts des commandes en souffrance sont encourus uniquement au magasin de détail pour les commandes en souffrance des clients.

L'objectif est de minimiser les coûts totaux de détention et de rupture de stock encourus dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.

V.1. L'organisation du jeu de la bière

La chaîne d'approvisionnement de Beer Game se compose de quatre étapes :

- Le détaillant (rose) doit répondre aux commandes du consommateur final.
- Le grossiste (orange) doit exécuter les commandes du détaillant.
- Le distributeur (vert) doit exécuter les commandes du grossiste.
- L'usine (bleu) doit produire la bière pour répondre aux commandes du distributeur.

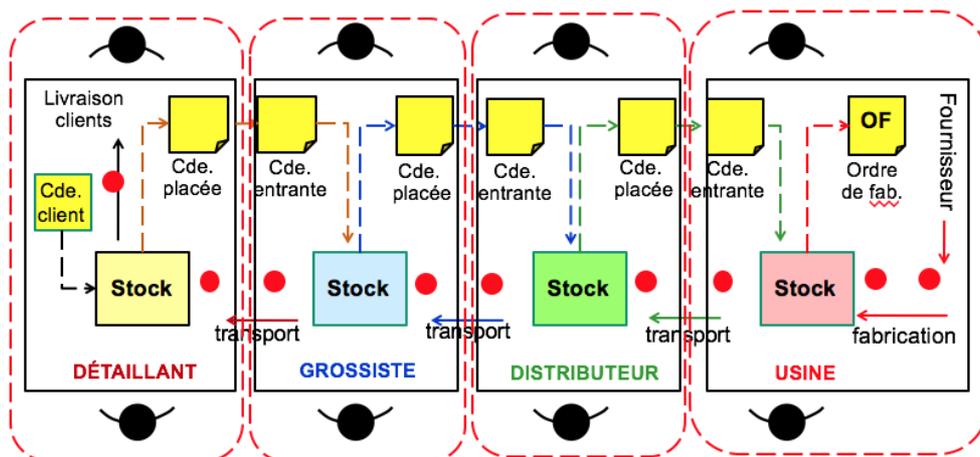


Figure 5 : Simulation de Beer Game (pris du tutorial du jeu).

Chaque table a la même disposition qui montre quatre zones différentes (voir figure) :

- L'endroit pour les commandes entrantes (inbox) - venant de l'étage aval.
- L'endroit pour les commandes sortantes (outbox) - allant vers l'étage amont.
- L'endroit pour les livraisons entrantes (réception) - venant de l'étage amont
- Le lieu des livraisons sortantes (expédition) - vers l'aval.

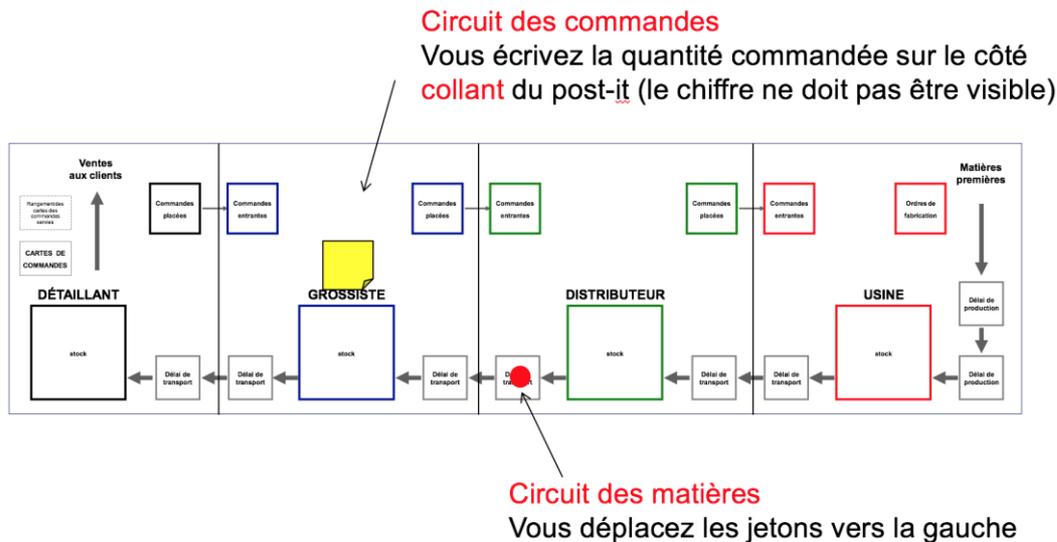


Figure 6 : Circulation du flux (pris du tutorial du jeu)

Les livraisons sont "en route" pendant 2 jours (délai d'exécution) ; la production prend également 2 jours. Ce délai est représenté par deux champs supplémentaires entre les tableaux qui contiennent les livraisons et qui sont avancés dans chaque semaine.

V.2. Procédure générale de jeu

Chaque groupe de la chaîne d'approvisionnement doit exécuter les étapes suivantes par jour :

1. Recevoir de nouvelles livraisons et mettre à jour la feuille de jeu ("entrant" et "disponible").
2. Recevoir les commandes dans la boîte de réception et mettre à jour la fiche de lecture ("nouvelle commande" et "à expédier")
3. Calculer le montant total qui sera expédié ("votre livraison"), noter le montant et le placer dans une boîte dans la zone d'expédition de votre table.
4. Convenir d'un nouveau montant de commande, noter le chiffre et le placer dans une enveloppe dans la zone de sortie.

Cette procédure sera assurée en exécutant chaque jour les cinq mouvements suivants :

- Etape 1 : Déplacer les camions et faire avancer la production.
- Etape 2 : Rattraper les retards (s'ils existent), lire la demande client et servir la demande
- Etape 3 : Mettre à jour la feuille de suivi.
- Etape 4 : Déplacer les commandes vers la droite et engager l'ordre de fabrication pour l'usine (OF)
- Etape 5 : Spécifier la commande d'approvisionnement.

V.3. Règles du jeu

- Le client final doit être satisfait.
- Toutes les commandes d'une entité à l'autre doivent être honorées (rattraper les retards)
- Chaque entité (détaillant, grossiste, distributeur, usine) est libre de gérer ses stocks comme elle l'entend, l'objectif étant de les minimiser tout en évitant les ruptures.
- Une entité ne communique pas avec l'entité voisine autrement que par les commandes inscrites sur les post-it.

V.4. Exemple

Supposons que le magasin de détail commande 10 produits à l'entrepôt le lundi. L'entrepôt reçoit cette commande le mercredi. Ce délai d'information est dû aux étapes administratives du traitement d'une commande. Cependant, le mercredi, l'entrepôt ne dispose que de cinq produits. Il expédie donc 5 produits au magasin de détail et met en attente les cinq autres. Cette expédition de cinq fûts arrive au magasin de détail le vendredi. Ce retard est dû au transport.

Les demandes des différents jours sont des variables aléatoires normales, indépendantes et distribuées de manière identique. La distribution normale est discrétisée et tronquée à zéro pour éviter les valeurs négatives de la demande. Les coûts de détention sont évalués à chaque station pour les stocks disponibles. Chaque station doit satisfaire les commandes de son acteur en aval (ou des clients) autant que possible. En cas de rupture de stock, l'excédent est mis en attente. Un coût de pénalité est évalué à toutes les stations pour les commandes en souffrance des clients. Cela reflète le désir de la chaîne d'approvisionnement de fournir un bon service à la clientèle. Lorsque les stations sont gérées comme des centres de coûts, un coût de pénalité est facturé à chaque station.

VI. Conclusion

L'e-learning, le mobile-learning, l'apprentissage par le jeu, la simulation et la mise en œuvre de méthodes similaires, ou l'utilisation du même logiciel que celui utilisé dans le secteur des affaires, sont l'avenir de l'enseignement et de l'apprentissage de la logistique. Bien que certaines universités utilisent les méthodes mentionnées ci-dessus, il est encore possible de développer ces outils et de mieux les mettre en œuvre, notamment dans le domaine du mobile-learning.

Chapitre 3 :
Développement d'une
application web du jeu
« Beer game »

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous arrivons à la description de l'aspect pratique de notre travail. Dans la description de notre plateforme qui va suivre, nous nous concentrerons sur le côté visuel (interfaces) afin de montrer sa facilité d'utilisation qui a été notre principal objectif.

En effet, nous avons essayé de concevoir une interface intuitive et pratique. Nous décrivons également dans ce chapitre l'ensemble des moyens technologiques utilisés dans le développement de notre plateforme. Rappelons que, le projet que nous décrivons à travers ce rapport concerne digitalisation du fameux jeu de la chaîne logistique « Beer Game ». Ce type d'application est principalement basé sur une architecture client-serveur. Dans notre cas, le

II. L'architecture de réseau d'informatique

L'architecture de réseau informatique est définie comme la conception physique et logique du logiciel, du matériel, des protocoles et des supports de transmission des données. On peut dire simplement que c'est la façon dont les ordinateurs sont organisés et dont les tâches sont attribuées à l'ordinateur. Les deux types d'architectures de réseau sont utilisés : Réseau Peer-To-Peer ; Réseau client/serveur.

II.1. Le Réseau Peer To Peer

Le réseau Peer-To-Peer est un réseau dans lequel tous les ordinateurs sont reliés entre eux avec des privilèges et des responsabilités identiques pour le traitement des données. Il est utile pour les petits environnements, généralement jusqu'à 10 ordinateurs. Ainsi que ce dernier n'a pas de serveur dédié. Des autorisations spéciales sont attribuées à chaque ordinateur pour le partage des ressources, mais cela peut entraîner un problème si l'ordinateur disposant de la ressource est en panne.

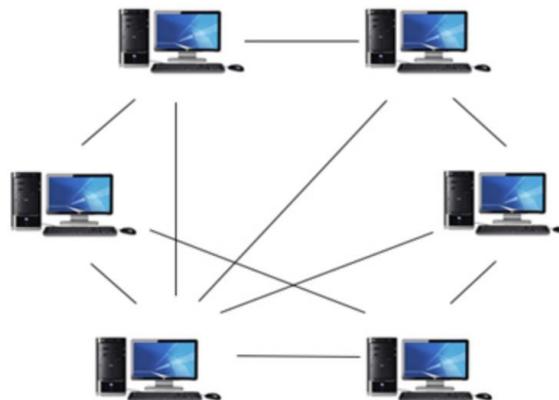


Figure 7 : Architecture Peer to Peer

II.1.1. Avantages du réseau Peer-To-Peer

- Il est moins coûteux car il ne contient pas de serveur dédié.
- Si un ordinateur cesse de fonctionner, les autres ordinateurs ne cesseront pas de fonctionner.
- Il est facile à mettre en place et à entretenir car chaque ordinateur se gère lui-même.

II.1.2. Inconvénients du réseau Peer-To-Peer

- Dans le cas du réseau Peer-To-Peer, il ne contient pas de système centralisé. Par conséquent, il ne peut pas sauvegarder les données car elles sont différentes selon les endroits.
- Il y a un problème de sécurité car le dispositif gère lui-même.

II.2. Le Réseau Client-Serveur

Avec les progrès de la technologie, le Web prend une place de plus en plus importante dans notre vie quotidienne, car pratiquement tout ce que nous faisons aujourd'hui implique l'utilisation du Web. De plus, l'application du Web ne se limite pas aux ordinateurs mais s'ouvre à différents types de dispositifs numériques intelligents, par exemple les dispositifs mobiles. En outre, l'architecture du Web est le modèle client-serveur, dans lequel la communication entre le client et le serveur est la première chose dont nous devons nous préoccuper. Le système client/serveur a permis de réduire de plus en plus le temps de développement des applications en divisant les fonctions de partage de l'information entre le client et le serveur. Le client est le demandeur tandis que le serveur est le fournisseur de services. Dans la plupart des environnements client-serveur, le traitement des données est géré par le serveur, et les résultats sont renvoyés aux clients, ce qui permet d'accélérer le taux de performance. Par exemple, dans une station de travail, une imprimante peut être attachée à un ordinateur (représentant les clients) tandis que d'autres ordinateurs partageant cette imprimante constituent le serveur.

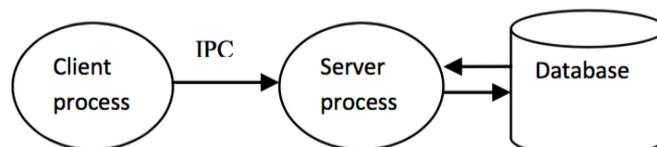


Figure 8 : Architecture Client-Serveur

Dans le monde informatique actuel, le système client-serveur est devenu si populaire qu'il est utilisé pratiquement tous les jours pour différentes applications. Parmi les protocoles normalisés que les clients et les serveurs utilisent pour communiquer entre eux, citons : Le protocole de transfert de fichiers (FTP), le protocole de transfert de courrier simple (SMTP) et le protocole de transfert hypertexte (HTTP). Ainsi, le système client-serveur peut être défini comme une architecture logicielle composée du client et du serveur, dans laquelle les clients envoient toujours des requêtes tandis que le serveur répond aux requêtes envoyées. Le système client-serveur fournit une communication inter-processus car il implique l'échange de données entre le client et le serveur, chacun d'entre eux remplissant des fonctions différentes.

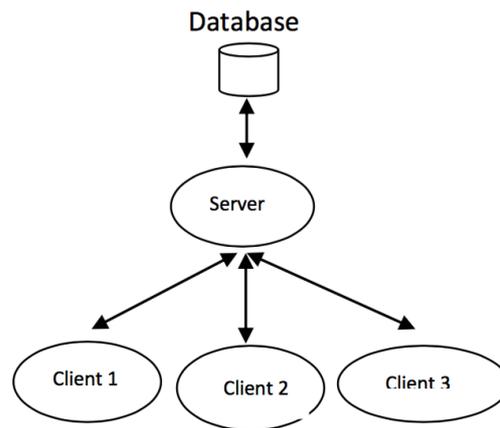


Figure 9 : interprocessus de communication entre le client et le serveur.

II.2.1. Avantages du modèle client-serveur

- Il répartit le traitement de l'application entre plusieurs machines.
- Il permet un partage plus facile des ressources entre le client et les serveurs.
- Elle réduit la réplication des données en les stockant sur chaque serveur au lieu du client.

II.2.2. Exemple d'applications utilisant le système client-serveur

Transfert de fichiers : Il s'agit de la transmission de fichiers entre le client et le serveur. Il permet également de stocker des fichiers sur le serveur. Des fichiers tels que des films, des images, de la musique peuvent être stockés.

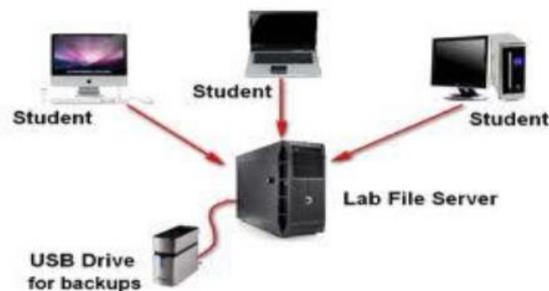


Figure 10 : Transfert de fichier

Transfert de courrier électronique : Il s'agit du transfert de messages tels que le courrier électronique à l'aide du protocole de transfert de courrier (MTP).

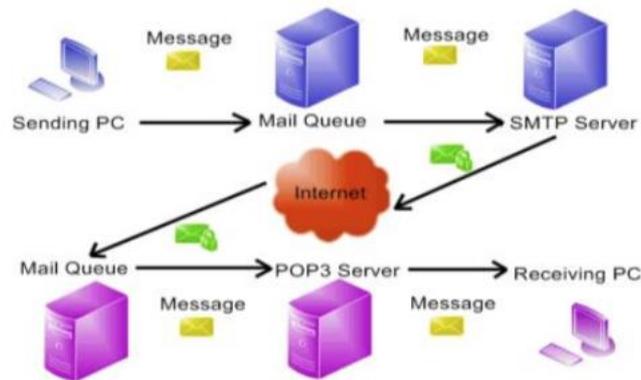


Figure 11 : Transfert de courrier électronique

Protocole de transfert hypertexte (HTTP) : Il s'agit du transfert de fichiers multimédias tels que des images, du texte entre le client et le serveur. HTTP est utilisé pour améliorer la communication entre le client et le serveur, en servant de protocole de demande-réponse.

II.2.3. Architecture des systèmes client-serveur

L'architecture client-serveur se compose généralement d'un serveur d'applications, d'un serveur de bases de données et d'un PC. Le site Client-Serveur deux architectures principales sont l'architecture 2-tiers et 3-tiers.

II.2.4. Architecture du système client-serveur à deux niveaux

Il s'agit d'une architecture qui implique uniquement la base de données. Les utilisateurs exécuteront des applications sur leur PC (Client), qui se connecte au serveur via un réseau. L'application client exécute à la fois le codage et la logique métier, puis affiche la sortie à l'utilisateur. Elle est également appelée client lourd. Il est considéré que le client a accès à la base de données directement sans passer par un intermédiaire. Il est également utilisé pour exécuter la logique applicative, le code de l'application étant attribué à chacun des clients du poste de travail.

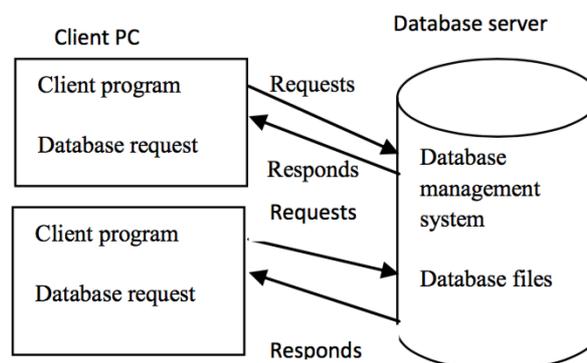


Figure 12 : Architecture client-serveur à deux niveaux

II.2.5. L'architecture à 3 niveaux

Dans cette architecture, le client contient uniquement la logique de présentation, ce qui nécessite moins de ressources et moins de codage pour le client. Elle permet à un serveur d'être

en charge de nombreux clients et fournit plus de ressources au serveur. Elle implique un intermédiaire (serveur d'application) également connu sous le nom d'intergiciel.

Middleware : L'architecture 3 tiers implique un serveur d'application qui sert d'intergiciel entre le PC client et le serveur de base de données. L'intergiciel est un logiciel séparé qui fonctionne sur une machine-machine distincte et exécute la logique de l'application.

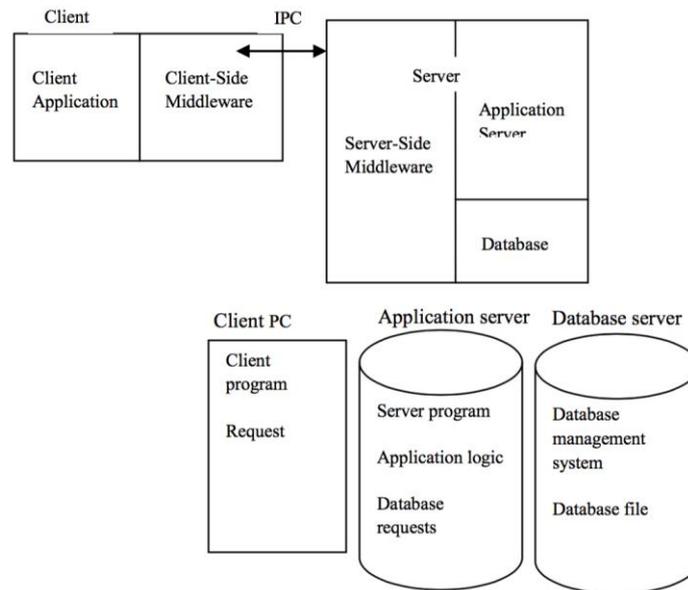


Figure 13 : Architecture client-serveur à deux niveaux

II.2.6. Développements récents

Le serveur client continue d'être adopté par un plus grand nombre d'entreprises qui se tournent vers le cloud. Le marché croissant de différents types de services tels que l'informatique distribuée et l'informatique en nuage.

- L'informatique en nuage « cloud computing » : Il existe de nombreuses définitions de l'informatique en nuage, mais l'une des plus courantes décrit l'informatique en nuage comme un groupe d'ordinateurs distribués qui fournit des services et des ressources via l'internet. Il y a trois services principaux qui peuvent être offerts par le cloud, qui sont :
- L'infrastructure en tant que service (IaaS) : Les produits offerts par ce mode se font par le biais d'Internet, comme les serveurs.
- Plate-forme en tant que service (PaaS) : Dans la plateforme de l'informatique en nuage, les services sont fournis via Internet par les fournisseurs de nuages. Contrairement à la méthode traditionnelle dans laquelle chaque application nécessite l'utilisation de matériel, de logiciels, de systèmes d'exploitation, etc.
- Software as a Service (SaaS) : dans cette couche, il n'est pas nécessaire d'installer ou de maintenir un logiciel.

L'importance générale du système client-serveur dans l'informatique en nuage est l'évolutivité horizontale vers des millions de machines virtuelles. Parmi les exemples d'applications qui

utilisent cette technologie, citons Google Apps (Gmail, Google Talk). Par exemple, dans une université disposant d'un centre informatique qui s'occupe des étudiants, des enseignants, des développeurs de logiciels et des chercheurs en leur fournissant les logiciels, le matériel et les outils de développement nécessaires. L'université décide de passer à l'utilisation du cloud, de sorte que les étudiants et les enseignants peuvent utiliser les services des fournisseurs de clouds SaaS et IaaS et que les logiciels qu'ils utilisent seront sauvegardés sur les serveurs du cloud SaaS et pourront être consultés en ligne, alors que tout autre matériel ou besoin supplémentaire sera exécuté en ligne par le fournisseur de cloud IaaS. Le développeur de logiciels peut enfin utiliser tous les logiciels et le matériel dont il a besoin pour le développement et l'hébergement par le biais du fournisseur de cloud PaaS.

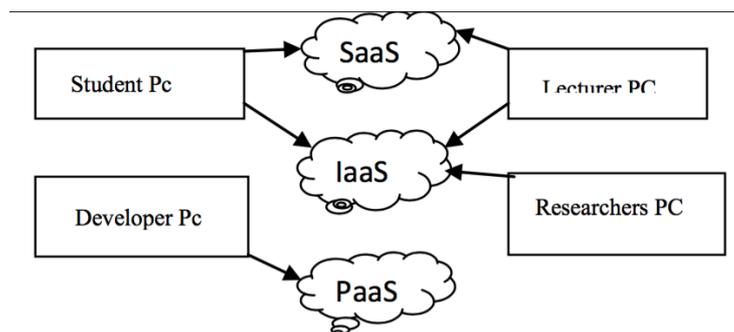


Figure 14 : La structure des utilisateurs dans une université utilisant le cloud computing

- Agent mobile : Il s'agit d'une entité travaillant avec l'ordinateur. Elle a la capacité de raisonner, peut s'exécuter dans un autre site distant avec l'aide du réseau, recueillir des résultats, rechercher des résultats, travailler avec d'autres sites et enfin retourner sur son propre site après avoir terminé les tâches qui lui sont assignées. Ils sont appelés agents mobiles car ils ont la capacité de se déplacer d'un ordinateur à un autre à travers le réseau. Les agents mobiles constituent une extension directe de l'approche client-serveur, où chaque entité de communication a un rôle spécifique à jouer, comme le serveur qui offre des services et le client qui les utilise. Les agents mobiles sont une forme d'évolution du système client-serveur et présentent de nombreux avantages, dont les suivants :
 - ✓ La communication : Dans le système client-serveur, les serveurs n'ont pas la capacité de communiquer entre eux, alors que l'agent mobile fonctionne comme une entité d'égal à égal et peut agir comme un client ou un serveur.
 - ✓ Persistance : Lorsque l'agent mobile est créé, il a la capacité de travailler seul et n'est donc pas affecté par la défaillance d'autres nœuds qui tombent en panne.
 - ✓ Efficacité : Cela réduira le trafic causé dans le système client-serveur pendant le processus d'envoi de messages, parce que l'agent mobile a la capacité d'envoyer des messages, de prétraiter les données localement et de choisir les informations importantes à envoyer.
 - ✓ Tolérance aux pannes : lorsqu'un serveur est en panne, la connexion est perdue, mais les agents mobiles ont la capacité de continuer à travailler dans le nœud si le réseau tombe en panne.

II.2.7. Problèmes et défis dans un système client-serveur

Il existe de nombreux problèmes dans un système client-serveur, dont certains sont les suivants :

- Le nombre de personnes : Dans la plupart des réseaux client-serveur, quelques serveurs sont toujours impliqués, ce qui fait que l'installation ressemble à une perte de temps. Un réseau client-serveur est assez difficile à mettre en place, il nécessite donc beaucoup de serveurs afin de ne pas rendre l'application inutile.
- Il nécessite des compétences spécialisées : Beaucoup de réseaux client-serveur ne sont pas bien construits et gérés. La mise en place d'un réseau client-serveur est si complexe qu'il faut des techniciens et des ingénieurs de maintenance qualifiés pour le gérer.
- Les serveurs sont assez coûteux : Les serveurs sont conçus pour répondre à des normes élevées afin d'être fiables et d'avoir de meilleures performances pour être fiables et avoir de meilleures performances. Obtenir une bonne conception et une bonne architecture pour le système client-serveur, contribue à son coût élevé.
- La sécurité : Le plus important est la question de la sécurité. Le système d'exploitation du client est facilement accessible par les serveurs, ce qui expose le système client à un certain nombre de problèmes. L'échange de messages entre le client et le serveur entraîne de nombreux problèmes de sécurité. Les défis en matière de sécurité englobent un grand nombre de choses, dont : les dommages physiques, les menaces et les attaques de virus.

Afin d'avoir un réseau sécurisé réseau sécurisé, il faut respecter certaines règles de base ;

- L'audit du réseau
- Le contrôle discrétionnaire
- La réutilisation des objets
- L'autorisation et l'identification.

III. Les outils utilisés pour la conception de la plateforme

Dans cette section, nous allons parler sur les différents outils que nous avons utilisé lors de la réalisation de notre humble travail. L'architecture Client-Serveur exige des connaissances importantes en programmation ainsi il existe des outils qui nous ont aidé à avancer dans notre projet en toute sécurité.

III.1. MongoDB pour la création de la database [7]

MongoDB est une base de données NoSQL orientée objet, simple, dynamique et évolutive. Elle est basée sur le modèle de magasin de documents NoSQL. Les objets de données sont stockés sous forme de documents distincts dans une collection - au lieu de stocker les données dans les colonnes et les lignes d'une base de données relationnelle traditionnelle. La motivation du langage MongoDB est de mettre en œuvre un magasin de données qui offre de hautes

performances, une haute disponibilité et une mise à l'échelle automatique. MongoDB est extrêmement simple à installer et à mettre en œuvre. MongoDB utilise des documents JSON ou BSON pour stocker les données. Les distributions générales de MongoDB prennent en charge Windows, Linux, Mac OS X et Solaris ; le tableau suivant permet de faire la différence entre MySQL et MongoDB :

Tableau 1 : Différence entre SQL Server et MongoDB

SQL Server	MongoDB
Database	Database
Table	Collection
Index	Index
Row	Document
Column	Field
Joining	Linking & Embedding
Partition	Sharding (Range Partition)
Replication	ReplSet

Le choix de la base de données est toujours basé sur les avantages et les inconvénients. Toute base de données relationnelle a un schéma typique qui montre le nombre de tables et la relation entre ces tables. Alors que dans MongoDB, il n'y a pas de concept de relation.

III.1.1. Avantages de MongoDB

- Moins de schéma : MongoDB est une base de données documentaire dans laquelle une collection contient différents documents. Le nombre de champs, le contenu et la taille du document peuvent varier d'un document à l'autre.
- La structure d'un objet unique est claire.
- Pas de jointures complexes.
- Grande capacité d'interrogation : MongoDB prend en charge les requêtes dynamiques sur les documents à l'aide d'un langage de requête basé sur les documents qui est presque aussi puissant que SQL.
- Optimisation.
- Facilité de mise à l'échelle : MongoDB est facile à mettre à l'échelle.
- La conversion/mappage des objets de l'application en objets de la base de données n'est pas nécessaire.
- Utilise la mémoire interne pour stocker l'ensemble de travail (fenêtré), ce qui permet un accès plus rapide aux données.

III.1.2. Pourquoi utiliser MongoDB ?

- Stockage orienté document - Les données sont stockées sous la forme de documents de style JSON.
- Indexation sur n'importe quel attribut.
- Réplication et haute disponibilité.
- Auto-Sharding.
- Requêtes riches.
- Mises à jour rapides sur place.
- Support professionnel de MongoDB.

III.1.3. Où utiliser MongoDB ?

- Big Data
- Gestion et diffusion de contenu
- Infrastructure mobile et sociale
- Gestion des données utilisateur
- Hub de données

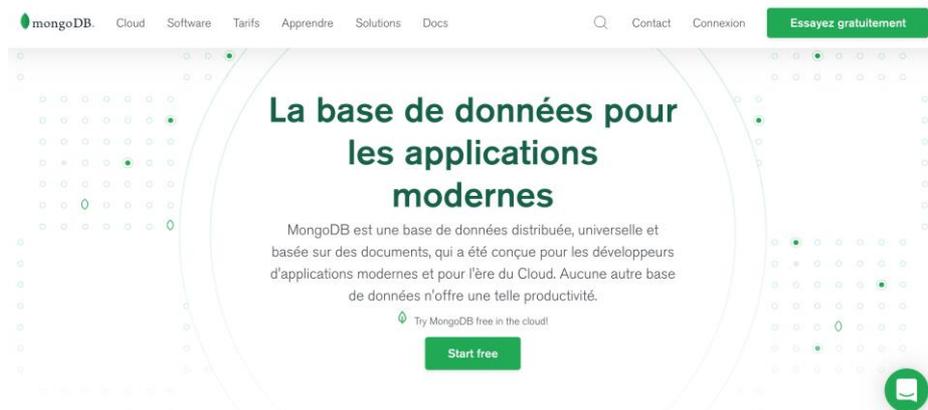


Figure 15 : Capture de la surface de Mongoddb

III.2. ExpressJs framework en tant que serveur [8]

Express.js est un framework web basé sur le module http de base de Node.js et sur les composants Connect. Ces composants sont appelés middleware. Ils sont la pierre angulaire de la philosophie du framework, qui privilégie la configuration aux conventions. En d'autres termes, les développeurs sont libres de choisir les bibliothèques dont ils ont besoin pour un projet particulier. Cette approche nous offre une grande flexibilité et la possibilité de personnaliser fortement nos projets. S'il est possible de créer une application Web ou un service API avec Node.js uniquement, Express.js simplifie le processus de développement.

Par exemple l'envoi d'une image est complexe dans Node mais facile à réaliser dans Express. Dans Node, le gestionnaire de route est un grand monolithe, mais Express permet une conception plus modulaire et un code plus facile à maintenir.

Node est un moteur d'exécution JavaScript pour l'exécution côté serveur. Ainsi, Node peut être utilisé comme serveur d'applications pour notre application web.

III.2.1. Le concept d'intergiciel (middleware) dans Express.js

Lorsque le client reçoit des demandes, le serveur ne les traite pas toutes de la même manière. Par exemple, l'envoi d'un formulaire est traité différemment d'un clic sur un bouton "J'aime". Ainsi, chaque demande a un gestionnaire bien défini, vers lequel elle doit être correctement acheminée. L'intergiciel se trouve dans la couche de routage. Express est essentiellement une couche de routage composée de nombreuses unités de traitement modulaires appelées intergiciels.

III.2.2. Les différents types d'intergiciels Express.js

Il existe plusieurs types d'intergiciels Express

- Niveau application : Ils sont liés à une instance de l'objet d'application `express()`. Ils sont appelés pour chaque requête d'application. La signature de l'intergiciel est fonction (`req, res, next`).
- Niveau routeur : Ils sont liés à une instance du routeur `express.Router()`. Sinon, ils fonctionnent de la même manière que les intergiciels au niveau de l'application.
- Gestion des erreurs : Tout intergiciel peut lancer une erreur. Celles-ci peuvent être capturées et gérées par un intergiciel de gestion des erreurs. Ces intergiciels ont un argument supplémentaire dans leur signature : fonction (`err, req, res, next`).
- Built-in : Ils sont intégrés dans l'installation par défaut d'Express. Ils comprennent `express.static`, `express.json` et `express.urlencoded`.
- Tiers : Express dispose d'un riche écosystème de développeurs tiers contribuant à des intergiciels utiles. Certains d'entre eux sont maintenus par l'équipe Express, tandis que d'autres proviennent de la communauté.

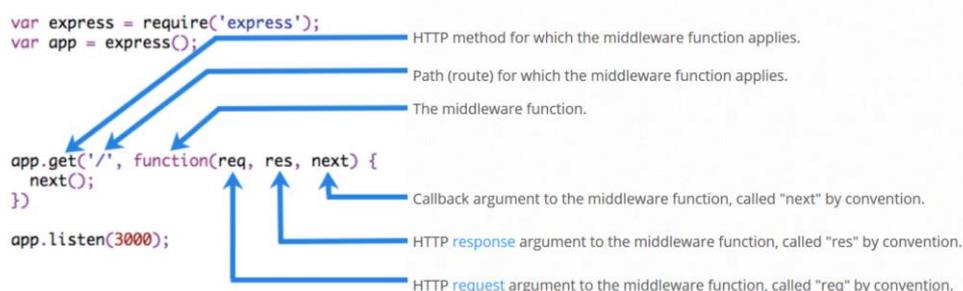


Figure 16 : Éléments d'un appel middleware au niveau de l'application. Source : Express 2018e.

III.2.3. EJs comme moteur de modèles

EJS ou Embedded Javascript Templating est un moteur de templates utilisé par Node.js. Le moteur de templates permet de créer un template HTML avec un code minimal. Il peut également injecter des données dans le modèle HTML du côté client et produire le HTML final. EJS est un langage simple de création de modèles qui est utilisé pour générer des balises HTML avec du simple JavaScript. Il permet également d'intégrer du JavaScript aux pages HTML.

III.3. Langages de programmations pour les pages Web

III.3.1. Langages des structurations des pages web HTML

Le HTML et sa variante plus stricte XHTML sont des langages de balisage pour les pages web. Il n'y a pas si longtemps, le HTML était utilisé pour définir à la fois la structure des pages et leur présentation visuelle. Aujourd'hui, ces deux aspects doivent être bien distincts et le X/HTML est destiné uniquement à représenter la structure d'une page : titres, sous-titres, paragraphes, images, formulaires saisis de données, liens hypertextes, etc. Il s'agit de la base d'une page web, parfois la seule considérée et utilisée par les logiciels qui visitent cette page, tels que les moteurs de recherche ou les navigateurs en mode texte. Nous qualifions de "statiques" les pages dont le code X / HTML n'a pas été modifié par JavaScript ou PHP avant ou après l'affichage dans le navigateur (. xp-internet, n.d.)

III.3.2. CSS : Langage de présentation des pages web

Le code CSS (Cascading Style Sheets) est utilisé pour modifier la présentation des éléments X / HTML : couleur, taille, police, mais aussi position sur la page, largeur, hauteur, empilement, bref tout ce qui concerne la mise en page d'un document X / HTML. page, largeur, hauteur, empilement, bref tout ce qui concerne la mise en page d'un document X / HTML.

Ainsi, un même document X / HTML peut changer d'apparence sans changer de structure, grâce à uniquement en modifiant les règles CSS qui lui sont appliquées. La séparation de la structure et de la présentation facilite donc la construction, mais aussi la maintenance et l'évolution des pages Web. (. Xp-internet, s.d.).

III.3.3. BOOTSTRAP

Bootstrap a été développé en 2011 par l'équipe du réseau social Twitter. Bootstrap est un framework Frontend (HTML5, CSS et JavaScript) spécialement conçu pour le développement d'une application web responsive, c'est-à-dire qui s'adapte automatiquement aux différents appareils et tailles d'écran (tablettes, smartphones, ordinateurs de bureau, etc.). Il fournit des outils avec déjà en place pour les typographies, les boutons, les interfaces de navigation et bien plus encore. et bien d'autres choses encore. Il peut être utilisé pour créer, par exemple, des pages de site de présentation, pour une interface graphique d'une application web ou être intégré dans un thème d'un CMS, Bootstrap est de plus en plus utilisé, il est devenu "le Framework FrontOffice le plus populaire pour développer des projets responsive et mobile-first sur le web." (Montuy, 2017)

IV. Architecture du Système

Dans cette partie, nous allons parler de l'architecture de notre système qui est Client-Serveur ; on commence tout d'abord par la structure puis nous allons décrire les composants de notre plateforme « SupplyMe ».

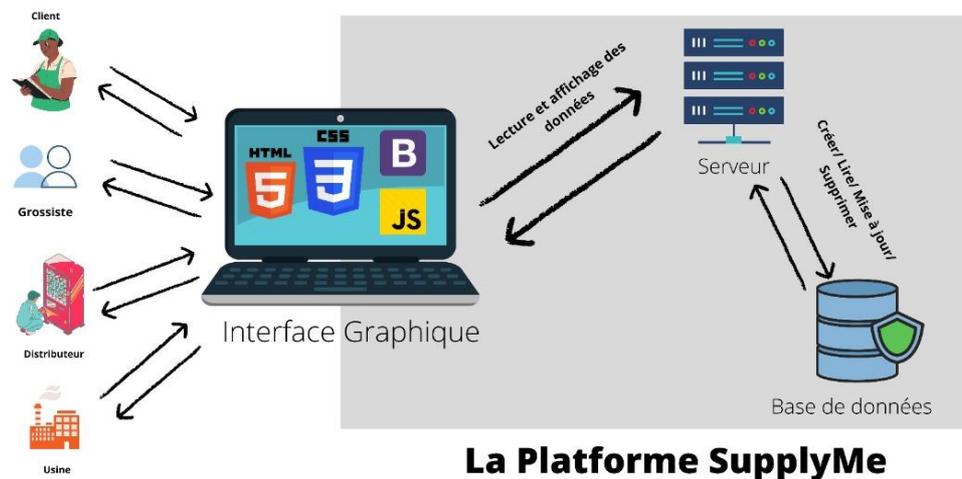


Figure 17 : Architecture de notre système

IV.1. L'interface de l'application :

C'est l'intermédiaire entre le système et ses utilisateurs qui sont les clients dans notre architecture Client-Serveur (détaillant, grossiste, distributeur, usine). Cette plateforme web a été développée en utilisant le langage de templating EJs (Embedded JavaScript templating.), CSS, Bootstrap et javascript.

IV.2. La base de données

La base de données de notre application permet de stocker toutes les données liées aux utilisateurs et à la simulation du jeu et ses paramètres. Elle peut stocker efficacement un très grand nombre d'enregistrements (ils prennent peu de place). Il est facile d'ajouter de nouvelles données et de modifier ou supprimer d'anciennes données. Les données peuvent être recherchées facilement, par exemple "trouver toutes les commandes du jour 'x' ". ... Plusieurs personnes peuvent accéder à la même base de données en même temps (multi-accès).

IV.3. Le serveur

Le serveur de notre application fournit une interface transparente standardisée aux clients, de sorte que ceux-ci n'ont pas besoin de connaître les spécificités du système (c'est-à-dire le matériel et le logiciel) qui fournit le service. C'est un ensemble d'instructions destinés à être exécutés quand les utilisateurs du jeu effectuent des manipulations sur l'interface. Il attend que les demandes arrivent des clients et y répondent.

VIII. Implémentation du système

Pour l'implémentation de la plateforme "SupplyMe", nous avons utilisé ExpressJs qui est un framework de NodeJs. ExpressJs permet de construire un serveur web qui est capable de recevoir les requêtes des clients, les traiter et envoyer des réponses.

Nous avons utilisé le design pattern MVC (Model-View-Controller) où notre modèle est responsable de définir la structure des données et leurs manipulations, la vue est responsable de la présentation des données aux clients, c'est à dire l'interface graphique. Le contrôleur est la couche entre le modèle et la vue. Il reçoit des entrée sous forme de texte, images et des actions

à exécuter, ainsi il envoie les réponses. Il contient la logique de notre application. Nous avons utilisé Mongoose qui est une bibliothèque de ODM (Object Data Modeling) pour MongoDB qui est une base de données NOSQL orientée document pour effectuer les opérations dans la base de données.

IX. Description de la plateforme

Dans cette partie, nous présentons les principaux écrans de l'application "SupplyMe" :

IX.1 Fenêtre principale

A l'accès du site web ; l'écran principale contient les différents boutons permettant d'accéder au jeu :

- Nous avons les deux boutons « Sign-up » qui permet l'utilisateur (l'animateur du jeu) de s'inscrire au jeu et créer un profile et « Login » qui permet d'accéder un profil qui a été déjà créé.
- Le bouton « Home » qui permet de retourner à la page d'accueil ;
- Le bouton « Games » : qui permet l'utilisateur de voir tous les jeux qui sont enregistrés auparavant.

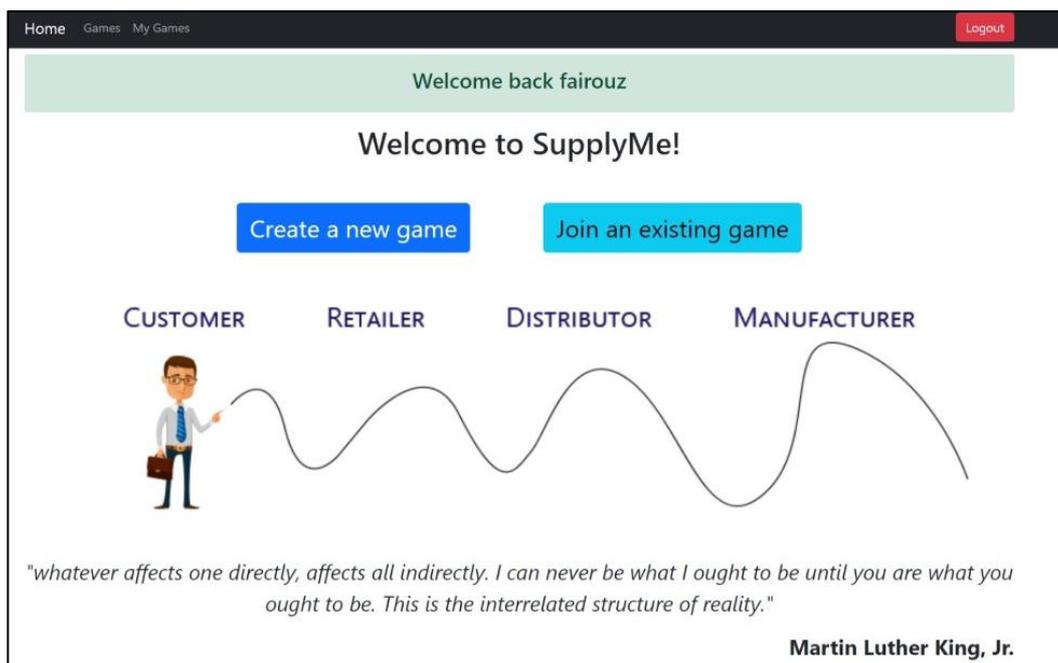


Figure 18 : Page Principale de SupplyMe

IX.2 La Page « Sign up »

En cliquant sur le bouton « Sign-up », une page apparaît et les utilisateurs doivent s'inscrire pour accéder au jeu en choisissant un « User Name / Nom d'utilisateur » et « Password / mot de passe ».

The screenshot shows a web page titled "Sign Up!". At the top, there is a dark navigation bar with "Home" and "Games" on the left, and "Login" and "Signup" on the right. The main content area has a white background. The heading "Sign Up!" is centered at the top. Below it are three input fields: "Username", "Password", and "Confirm Password". A blue "Sign Up" button is positioned at the bottom right of the form.

Figure 19 : Page D'authentification

IX.3 La Page « Login »

Si l'utilisateur a déjà créé un compte, il peut directement cliquer sur le bouton « Login » ; introduire le nom d'utilisateur et le mot de passe pour continuer les prochaines étapes. Si l'identifiant est introduit, et le mot de passe est valide, le système affiche le menu principal, sinon il renvoie le message d'erreur.

The screenshot shows a web page titled "Login!". At the top, there is a dark navigation bar with "Home" and "Games" on the left, and "Login" and "Signup" on the right. The main content area has a white background. The heading "Login!" is centered at the top. Below it are two input fields: "username" and "Password". A blue "Login" button is positioned at the bottom right of the form.

Figure 20 : Page Login

IX.4 La page « Create a new Game »

Tout d'abord une page sous le titre « Create a new game » apparait ; l'utilisateur doit remplir les paramètres qui sont le titre du jeu ; Round ou le cycle qui signifie combien de semaines nous allons jouer ; ainsi il peut choisir de activer la communication avec les autres joueurs .

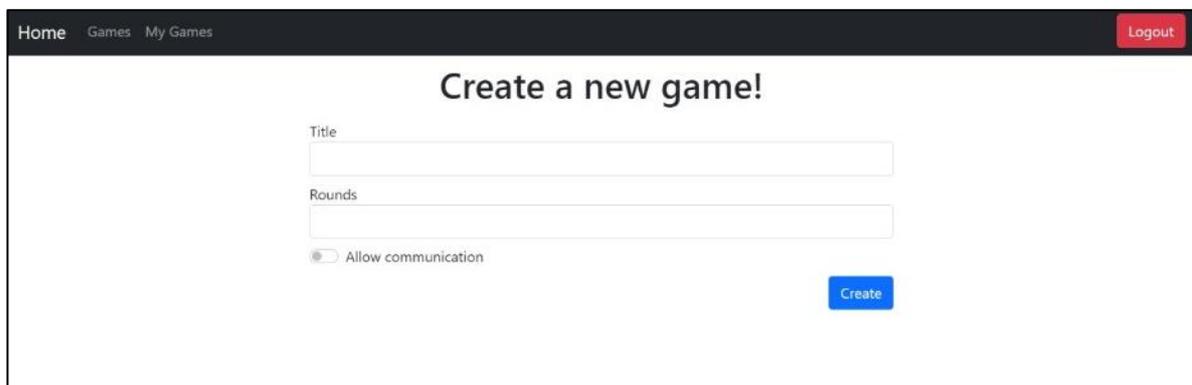
The screenshot shows a web page titled "Create a new game!". At the top, there is a dark navigation bar with "Home", "Games", and "My Games" on the left, and a red "Logout" button on the right. The main content area has a white background. The heading "Create a new game!" is centered at the top. Below it are three input fields: "Title", "Rounds", and "Allow communication" (which is a checkbox). A blue "Create" button is positioned at the bottom right of the form.

Figure 21 : La page « create new game »

Si l'animateur choisit d'activer la communication entre les joueurs, ces derniers peuvent accéder aux graphes des différentes entités comme le montre la figure.

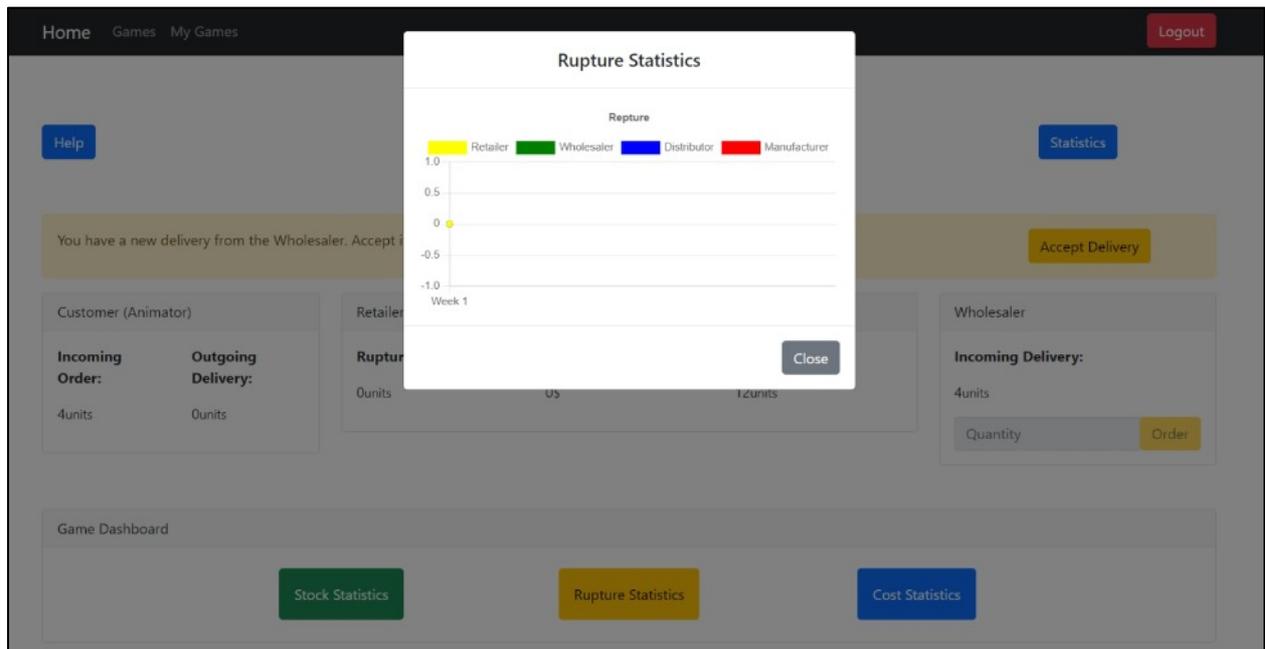


Figure 22 : Statistique de toutes les entités (la communication est activée)

IX.5 La page « My Games »

Après la création de la session, une page s'affiche qui contient tous les jeux enregistrés sur le profil de l'utilisateur.

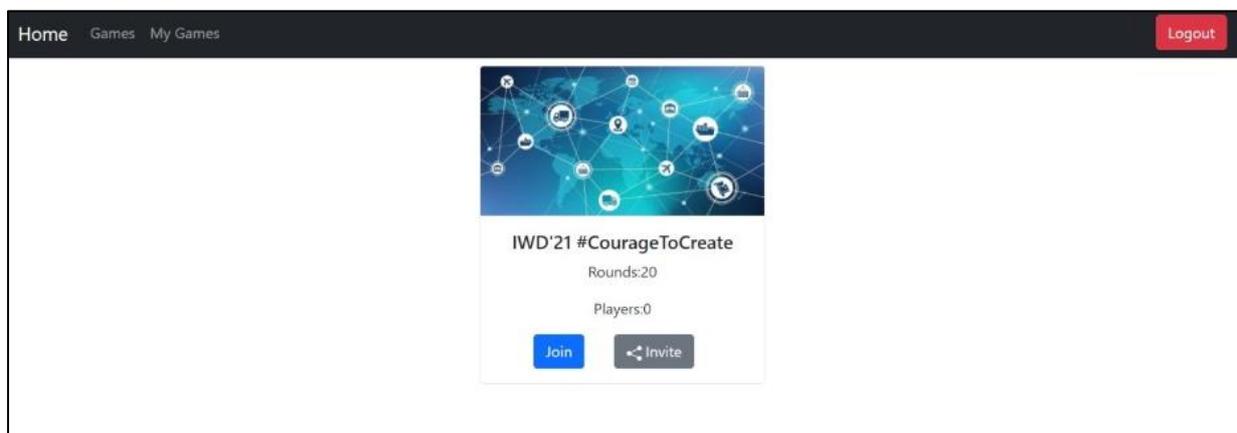


Figure 23 : La page « My Games ».

IX.6 La page « choix du rôle »

L'utilisateur choisit finalement le rôle qu'il souhaite entre « Détaillant, Grossiste, Distributeur, Usine ».

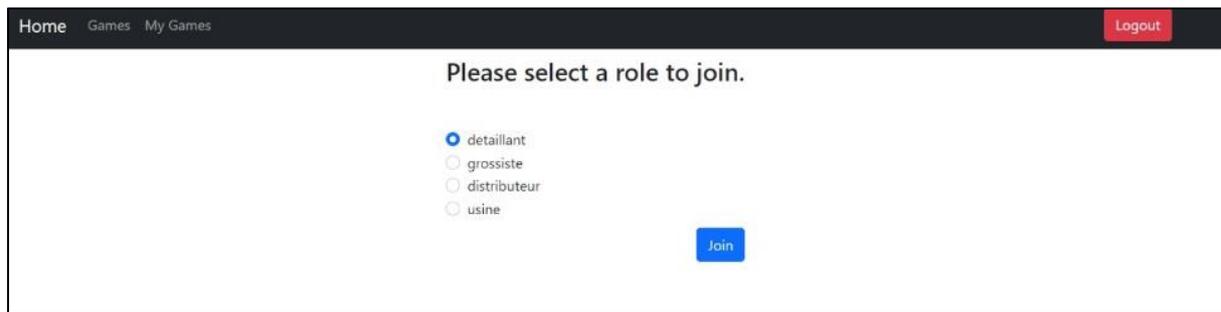


Figure 24 : La page « choose your role ».

IX.7 La page d'accès au jeu

Cette page permet de confirmer l'accès à la plateforme. un message s'affiche pour informer l'utilisateur que le jeu ne pourra pas commencer sauf si tous les joueurs ont rejoint .

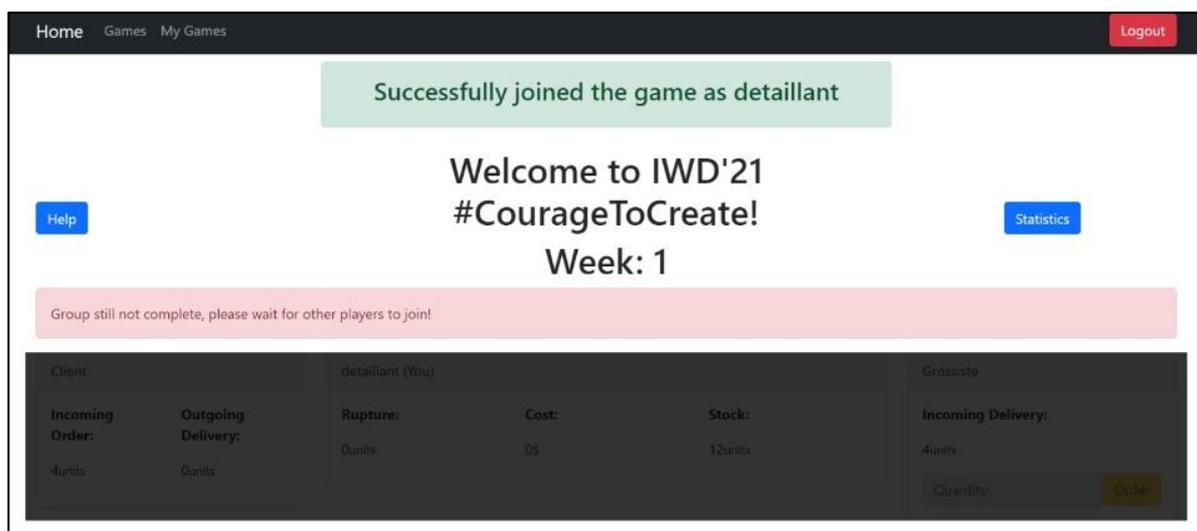


Figure 25 : la page « Welcome to the game »

IX.8 La page des joueurs

Après avoir accéder à la page principale du jeu, la page sera divisée en trois fenêtres (voir la figure ci-dessous) :

- La première fenêtre contient les paramètres de l'unité en amont est celle du client (ou celui qui fait la commande) qui sont « Incoming Orders = Commandes Entrantes », « Outgoing Delivery= la quantité livrées » ;
- La deuxième fenêtre au milieu de la page est celle du joueur (dans ce cas, c'est l'usine) , elle contient la quantité en rupture en unités ; Cost = Prix en \$ et la quantité en Stock .
- La troisième fenêtre est celle des commandes envoyées de notre unité vers l'unité en aval.
- Game Dashboard : c'est la fenêtre qui présente les statistiques sur la quantité en rupture, la quantité de stock, et le cout de stockage qui est 1\$ pièce par jour en stock et le cout de rupture qui est 2\$ par pièce par jour.

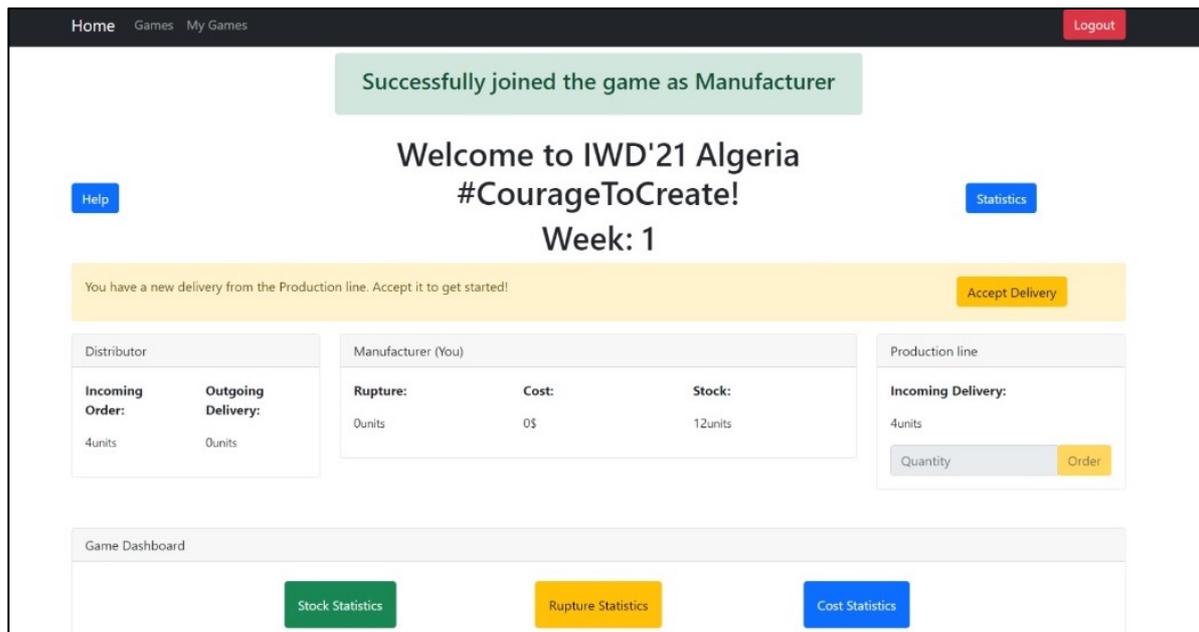


Figure 26 : La page des joueurs

IX.8.1 Le bouton « Help »

En cliquant sur le bouton Help, une fenêtre d'instructions s'affiche pour guider le joueur.

- Accepter la nouvelle commande entrante du grossiste.
- Satisfaire la commande du client.
- Placer votre prochaine commande.

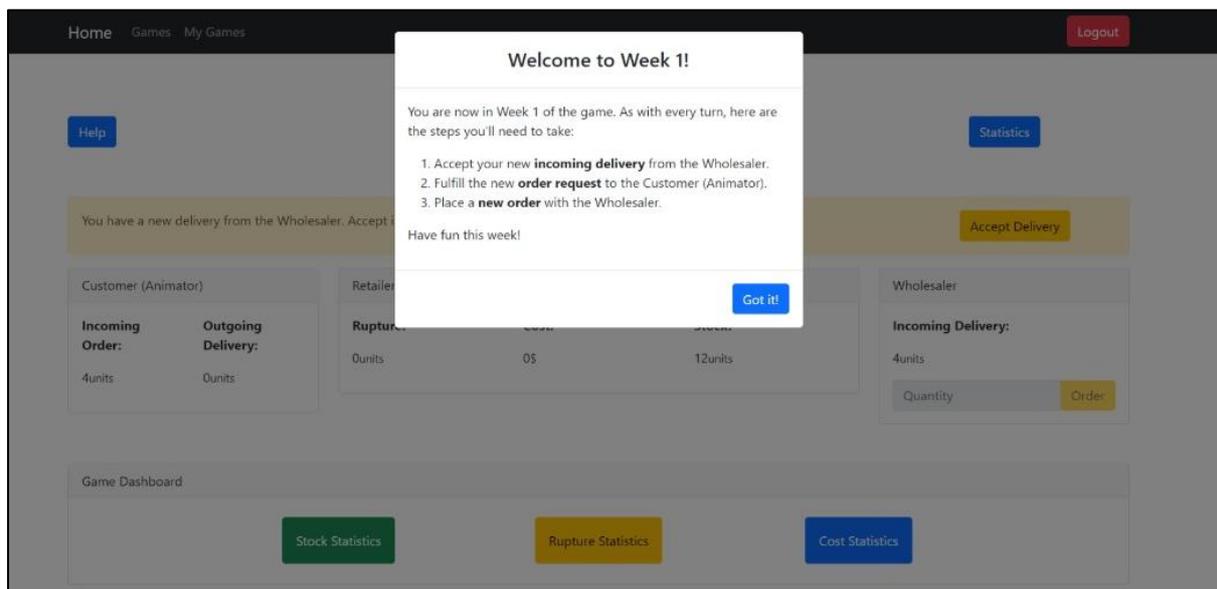


Figure 27 : La fenêtrés des instructions

IX.8.2 Le bouton « Statistics »

Le bouton des statistiques permet de visualiser les diagrammes et les changements qui concernent la quantité en stock, la quantité en rupture et le cout.

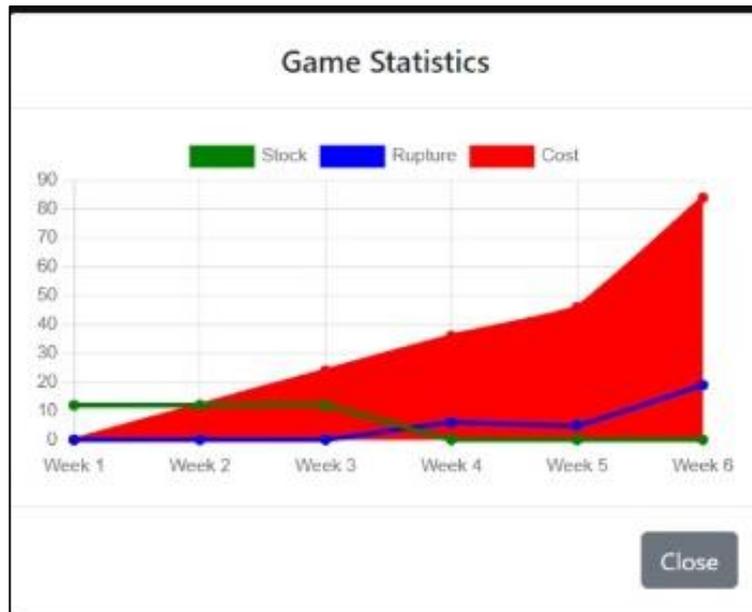


figure : la fenêtrés des statistiques .

IX.9 La page de l'animateur

L'animateur joue le rôle du consommateur ou du client en bout de chaîne. Ainsi, il peut parvenir aux détails de chaque joueur en consultant les graphes.

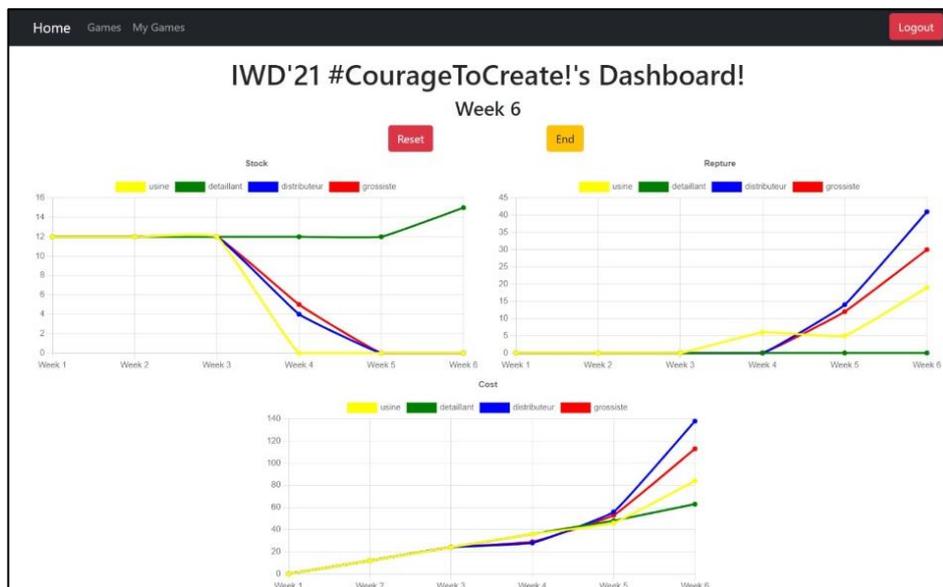


Figure : La page de l'animateur

IX.10 La page du Débriefing

A la fin du jeu ; chaque joueur peut avoir un débriefing sur le déroulement de la session sous forme de 3 graphes qui représentent respectivement : la quantité en Stock, le cout et la quantité en rupture. Ainsi, quelques termes liés au theme du jeu s'affichent pour ouvrir un débat .

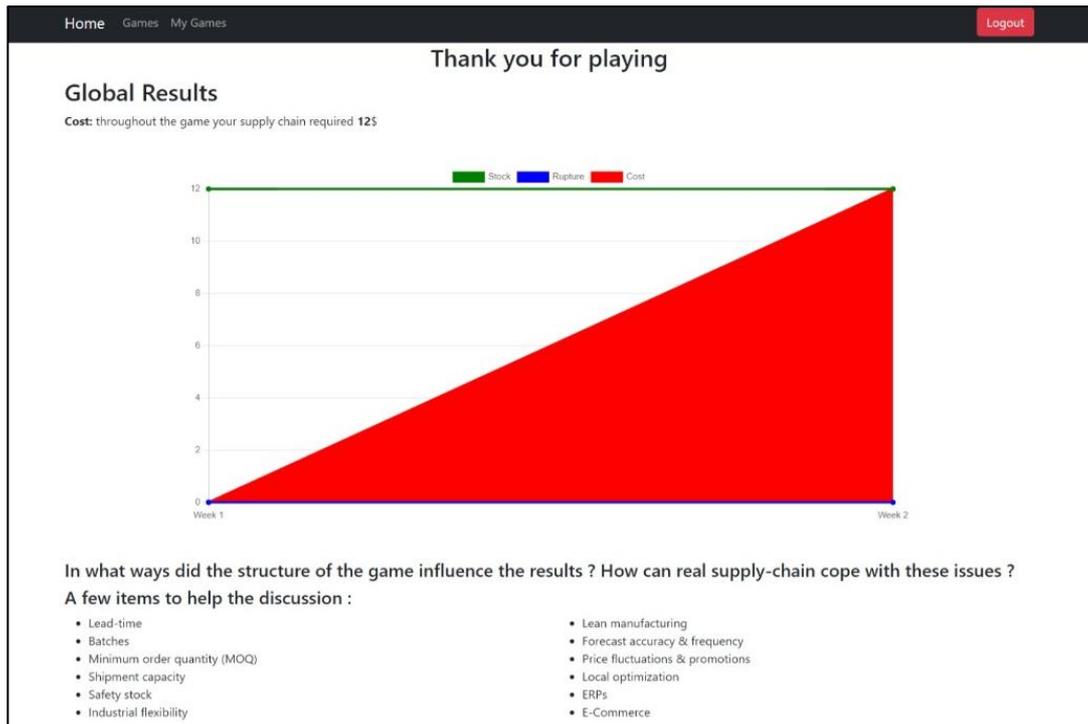


Figure 28 : La page du Debriefing

X. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit le côté pratique de notre projet. Tout d'abord, nous avons répertorié tous les moyens technologiques utilisés (matériel et logiciel). Ensuite, nous avons présenté les différentes interfaces de notre application ainsi que leur comportement. Grâce à cette réalisation, nous avons pu atteindre nos objectifs fixés à moitié. Lors de la phase d'analyse des besoins, nous avons pu découvrir plusieurs outils informatiques. Lors du développement, nous avons essayé de fournir un ensemble d'interfaces intuitives et faciles à utiliser. Nous gardons notre foi pour terminer ce projet dans les prochaines occasions.

Conclusion générale

Conclusion générale

Nous soutenons que l'effet coup de fouet résulte d'une prise de décision rationnelle par les membres de la chaîne d'approvisionnement. Les entreprises peuvent contrer efficacement cet effet en comprenant parfaitement ses causes sous-jacentes.

La modernisation des méthodes d'enseignement et d'apprentissage de la logistique aide les étudiants à apprendre à partir d'exemples commerciaux réels. Il est logique de conclure que l'introduction des programmes d'études mentionnés et similaires aurait des effets positifs sur l'activité de la classe et les connaissances des étudiants.

L'utilisation des méthodes traditionnelles et de l'apprentissage mixte permettrait d'obtenir des étudiants plus actifs dans leurs études, ce qui aurait un impact positif sur l'atmosphère générale de l'enseignement et de l'apprentissage. En outre, en utilisant les logiciels du secteur réel des affaires, les jeunes logisticiens seraient plus compétitifs et mieux préparés après l'obtention de leur diplôme (adaptation plus rapide au lieu de travail). Ces connaissances et compétences sont des éléments que les futurs employeurs apprécieront certainement chez un nouveau travailleur ou un stagiaire.

L'objectif de notre projet était de mettre en place une plateforme web qui représente la digitalisation du jeu de la chaîne d'approvisionnement " Beer Game ". Nous voulons, à travers ce travail, établir un moyen d'apprendre un des jeux de base et important de la chaîne d'approvisionnement aux étudiants. Notre plateforme leur offrira une opportunité de développer et montrer leurs compétences, d'enrichir leurs expériences, ou tout simplement d'être informés pour développer leurs compétences en matière de prévision et de communication à distance et surtout au moment des crises sanitaires tel que COVID'19.

La réalisation d'un tel projet nous a permis d'approfondir nos connaissances acquises tout au long de notre formation, et de pratiquer de nouvelles technologies. Il nous a permis de découvrir en profondeur les outils de développement web. Bien évidemment, nous avons rencontré des difficultés au cours de ce projet. Ces difficultés vont de la modélisation à la programmation. Ce travail nous a donné l'occasion de toucher une partie des différents aspects du métier de développeur et concepteur.

Étant donné qu'il existe toute une série de programmes offrant une multitude de possibilités aux individus, aux étudiants et aux universités, il ne devrait pas y avoir d'obstacles à l'utilisation des méthodes modernes de formation en logistique, hormis les coûts. L'objectif de chaque université devrait être de fournir à ses étudiants des connaissances théoriques étayées par des exemples pratiques, et soutenues par des méthodes d'enseignement modernes. Pour cela nous avons distingué le besoin d'une version numérique du jeu de la bière.

Le e-learning doit relever de nombreux défis, dont celui, de la qualité pédagogique, de l'inclusion et de la formation informelle dans le processus d'apprentissage. Les outils du Web ont créé de nouveaux usages et ont entraîné de profonds changements dans les processus de formation et dans les fonctions des formateurs et des tuteurs.

Conclusion générale

Aujourd'hui, de nouvelles approches émergent, de nouveaux outils, de nouveaux concepts qui enrichiront le e-learning, et qui permettront également de faire converger des domaines habituellement proches, comme la formation et la gestion des compétences.

La technologie est là et elle aura toujours une longueur d'avance. Beaucoup de choses restent encore à inventer. Ce qu'il faut, c'est certainement que tout le monde apprenne à apprendre, surtout ceux qui sont les moins préparés, technologiquement ou culturellement. Sinon, ce que les technologies apportent au processus d'apprentissage ne fera que creuser le fossé entre ceux qui savent les utiliser et ceux qui savent chercher et produire.

Référence

[1] MITSLoan Management review -Hau L. Lee V. Padmanabhan Seungjin Whang- vol. 38, No. 3 Reprint #3837 <http://mitsmr.com/1phEOiM>

[2] www.sciencedirect.com

[3] Serious Games for education and training by Alessandro De Gloria, Francesco Bellotti, Riccardo Berta, Elisa Lavagnino *University of Genoa*, {*alessandro.degloria, franz, berta*}@unige.it

[4] DEPLOYING SERIOUS GAMES FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: LESSONS LEARNED AND GOOD PRACTICES *Jannicke Baalsrud Hauge (corresponding author)* Bremer Institut für Produktion und Logistik at the University of Bremen, Germany Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden baa@biba.uni-bremen.de

[5] **The Stationary Beer Game** Fangruo Chen and Rungson Samroengraja Graduate School of Business, Columbia University, New York, NY 10027

[6] <https://www.britannica.com/technology/client-server-architecture> consulté le 10-09-2021

[7] « Conception et réalisation d'une plateforme Web dédiée à la résolution des problèmes industriels » par Mimouni Younes et Toualbia Abderrahmane-Université de Tlemcen ;

[8] <https://www.mongodb.com/>

[9] <https://expressjs.com/>