

Université du Québec

Mémoire présenté à

l'Université du Québec à Trois-Rivières

Comme exigence partielle

de la maîtrise en ingénierie – concentration génie industriel (avec mémoire)

Par

Etienne Drouin-Provençal

Optimisation des aires de jeux des salons de jeux du Québec

Novembre 2018

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

MAÎTRISE EN GÉNIE INDUSTRIEL (M. SC. A.)

Programme offert par l'Université du Québec à Trois-Rivières

OPTIMISATION DES AIRES DE JEUX DES SALONS DE JEUX DU QUÉBEC

PAR

Etienne Drouin-Provencal

David Lupien St-Pierre, directeur de recherche Université du Québec à Trois-Rivières

Chantal Baril, évaluatrice Université du Québec à Trois-Rivières

Viviane Gascon, évaluatrice Université du Québec à Trois-Rivières

REMERCIEMENTS

Je tiens à sincèrement remercier M. David Lupien St-Pierre pour le partage de ses nombreuses connaissances et de sa passion de la recherche. Il m'apparaît impossible de suffisamment le remercier pour son écoute attentive, sa confiance et ses nombreuses interventions qui nous encouragent à toujours avancer et qui nous permettent d'apprendre énormément. Ce travail n'aura pas été le même sans son aide précieuse ainsi que ses conseils judicieux. Pour tout ceci, je tiens à le remercier sincèrement et chaleureusement. Je tiens également à remercier M. Georges Abdul-Nour pour son aide, et ce à tout moment.

J'adresse également des remerciements au salon de jeux du Québec et tout particulièrement à M. Mario Latulippe pour son temps, son ouverture et sa coopération. Les compétences que j'ai acquises au cours de cette expérience ont été rendues possibles grâce à la confiance que M. Mario Latulippe et l'équipe des salons de jeux du Québec nous ont attribuée. Le soutien et la coopération qu'ils m'ont donné étaient essentiels au succès de ce projet. Je tiens finalement à mentionner que la bourse Mitacs Accélération a rendu possible un tel projet.

SOMMAIRE

Cette recherche développe un modèle d'optimisation qui détermine l'ensemble d'appareils (caractéristiques) à déployer sur l'aire de jeux, et ce en se basant sur différents indicateurs de performance. L'efficacité du modèle est démontrée au moyen d'une étude de cas (application à un cas réel), soit le salon de jeux de Québec. La méthodologie se divise en cinq étapes, de la collecte des données à la mise en place de la solution sélectionnée.

Modéliser et comprendre le comportement des machines à sous (MAS) est d'une importance capitale pour améliorer les performances des établissements de jeux. L'intérêt est d'identifier l'impact statistique des variables qui peuvent être influencées ou contrôlées. Ainsi, cette recherche procède d'abord à des analyses de régression multiple afin de connaître les relations existantes dans le salon de jeux de Québec. Le modèle de régression multiple étudie l'impact des caractéristiques des appareils de jeux électroniques (*Mise minimale, Mise maximale, Dénomination, Position, Lot Progressif, Rondes Bonus, Multijeux, Programme, Langue et Marque*) sur le volume d'affaire des appareils et sur le nombre moyen de parties jouées.

Ensuite, un modèle d'optimisation est développé pour le salon de jeux de Québec. La programmation linéaire est utilisée pour modéliser le système. Le modèle se base sur les résultats de l'analyse de régression multiple. L'objectif du modèle est de maximiser les performances financières du salon de jeux de Québec et de maximiser l'utilisation des appareils, en considérant le nombre de parties jouées par les appareils. Les résultats montrent des augmentations entre 5 et 15 % pour chaque indicateur de performance, variant en fonction du poids de chacun.

En janvier 2017, le salon de Jeux de Québec a procédé à 13 changements d'appareils. Les résultats du modèle sont comparés à leurs décisions sur ce cas spécifique et montrent une augmentation des performances financières de 0,70 % (15,4 %) par rapport à leurs décisions.

Mots clés : Optimisation, Programmation Linéaire, Programmation par but, Jeux, Régression multiple, Modélisation, Apprentissage automatique

TABLES DES MATIÈRES

Sommaire	iv
1 Introduction	1
2 Problématique.....	3
2.1 Le but	4
2.1.1 Objectifs secondaires.....	5
2.2 Les questions de recherche	6
2.3 Conclusion	6
3 Revue de littérature	7
3.1 Théorie du service complet.....	7
3.1.1 Restaurant.....	8
3.1.2 Salles de bingo	8
3.1.3 Salle de spectacle	9
3.2 La Cherry Picking Theory	9
3.3 L'effet d'entraînement	10
3.3.1 Blackjack.....	11
3.3.2 Poker.....	11
3.3.3 Promotion.....	12
3.4 Performances individuelles des appareils	13
3.4.1 Position et microlocalisation	13
3.4.2 Caractéristiques de jeux	14
3.4.3 Langue de l'appareil.....	15
3.4.4 Programme de l'appareil	16
3.4.5 Caractéristiques supplémentaires	16
3.4.6 Coin-in.....	17

3.5	Optimisation des casinos.....	18
3.6	Conclusion	19
4	Méthodologie de la recherche.....	22
4.1	Cueillette des données.....	23
4.2	Modélisation	24
4.3	Optimisation.....	25
4.4	Validation empirique et déploiement.....	26
4.5	Conclusion	27
5	Modélisation	28
5.1	Description de l'étude de cas	28
5.2	Cueillette des données.....	30
5.3	Analyse de régression multiple.....	33
5.3.1	Variable dépendante.....	33
5.3.2	Transformation en log naturel	34
5.3.3	Identification des variables indépendantes.....	37
5.3.4	Hypothèses de recherche.....	39
5.3.5	Résultats et discussion pour le <i>LCIQ</i>	42
5.3.6	Résultats et discussion pour les <i>PJ</i>	47
5.3.7	Conclusion.....	50
6	Optimisation.....	52
6.1	Modèle d'optimisation.....	52
6.1.1	Généralisation du modèle.....	58
6.2	Résultats et discussion	59
6.2.1	Analyse des résultats	62
6.2.2	Application à un cas Réel.....	67

6.3	Conclusion	68
7	Conclusion	70
7.1	Limites de la recherche	73
7.2	Travaux futurs.....	73
	Références	74
	Annexe A : Cas réel appliqué au SdjQ de Trois-Rivières.....	79
	1 Modélisation.....	79
1.1	Description de l'étude de cas	79
1.2	Résultats et discussion pour le <i>CIQ</i>	81
1.3	Résultats et discussion pour les <i>PJ</i>	85
1.4	Conclusion	90
	2 Optimisation.....	90
2.1	Résultats et discussions.....	91
2.2	Résultats et discussion	94
2.2.1	Application à un cas Réel.....	94

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Processus de sélection de la méthodologie	22
Figure 2 Représentation des données	31
Figure 3 Graphique du test interquartile	32
Figure 4 Distribution de <i>CIQ</i>	35
Figure 5 Distribution de <i>LCIQ</i>	35
Figure 6 Distribution de <i>PJ</i>	36
Figure 7 Distribution de <i>LPJ</i>	36
Figure 8 Résultats du modèle de programmation par but pour Québec	60
Figure 9 Résultats du modèle de programmation par but pour Trois-Rivières	92

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 Résumé de la littérature	20
Tableau 2 Statistiques descriptives des variables continues de Québec	29
Tableau 3 Statistiques descriptives des variables non continues de Québec	29
Tableau 4 Données du test interquartile	31
Tableau 5 Statistique du test de Grubbs	32
Tableau 6 Résultats de la transformation en log naturel.	34
Tableau 7 Modèle de régression des performances individuelles	37
Tableau 8 Analyse de la variance pour <i>LCIQ</i>	43
Tableau 9 Résultats détaillés de la régression linéaire de <i>LCIQ</i> à Québec	44
Tableau 10 Analyse de la variance pour <i>LPJ</i>	48
Tableau 11 Résultats détaillés de la régression linéaire de <i>PJ</i> à Québec	49
Tableau 12 Augmentation des performances du SdjQ de Québec	61
Tableau 13 Comparaison entre le mixte original et le mixte optimal de Québec	62
Tableau 14 Relaxation linéaire de l'application au SdjQ de Québec	63
Tableau 15 Statut et écart des contraintes de l'application au SdjQ de Québec	66
Tableau 16 Impact des changements de l'application du cas réel à Québec	68
Tableau 17 Statistiques descriptives des variables continues de Trois-Rivières	79
Tableau 18 Statistiques descriptives des variables non continues de Trois-Rivières ..	80

Tableau 19 Analyse de la variance pour <i>CIQ</i>	81
Tableau 20 Résultats détaillés de la régression linéaire de <i>CIQ</i> à Trois-Rivières	82
Tableau 21 Analyse de la variance pour <i>PJ</i>	86
Tableau 22 Résultats détaillés de la régression linéaire de <i>PJ</i> à Trois-Rivières	87
Tableau 23 Augmentation des performances du SdjQ de Trois-Rivières.....	92
Tableau 24 Impact des changements de l'application du cas réel à Trois-Rivières.....	95

LISTE D'ABRÉVIATIONS

ALV	: Appareil à loterie vidéo
CIQ	: Coin-in Quotidien
CPT	: Cherry Picking Theory
FST	: Full Service Theory
MAS	: Machine à sous
MaxC	: Mise maximale
MinC	: Mise minimale
PAR	: Avantage de la maison
PB	: Programmation par But
PJ	: Parties Jouées
PL	: Programmation Linéaire
PRGSV	: Lot Progressif
SAQ	: Société des alcools du Québec
SdjQ	: Salons de jeux du Québec

1 INTRODUCTION

Loto-Québec a fait de Québec et de Trois-Rivières les hôtes d'un tout nouvel environnement de jeux (Back et al., 2009). En effet, Loto-Québec a ouvert en 2007 deux établissements de jeux, sous le nom de Ludoplex, et maintenant rebaptisés Salons de jeux du Québec (SdjQ), qui ne contiennent que des machines de jeux électroniques (Loto-Québec, 2016, 2017). Les salons de jeux du Québec proposent des environnements contemporains, agréables et sécuritaires pour le jeu électronique. Il s'agit d'aires de jeux aménagées, d'appareils électroniques tels que des machines à sous, des appareils de loterie vidéo, des jeux de roulettes électroniques individuels, du blackjack électronique et du Keno électronique. Au total, le salon de jeux de Trois-Rivières possède 200 appareils électroniques et celui de Québec en possède environ 330.

Loto-Québec est une société d'état créée en 1969 par le gouvernement du Québec pour encadrer les activités liées aux jeux de hasard et d'argent et pour soustraire celles-ci du crime organisé (Loto-Québec, 2017). La société a pour vision de proposer un divertissement de choix aux Québécois grâce à une offre attrayante, novatrice et compétitive, tout en demeurant un chef de file mondial en matière de commercialisation responsable (Deslauriers, Gagné, Laurin, & Paré, 2017). Il est intéressant de savoir que Loto-Québec emploie plus de 6250 employés et procure plus de 1 milliard de dividendes par année au gouvernement du Québec. En effet, la société d'État a procuré, pour l'année 2017-2018 seulement, l'impressionnante somme de 1,31 milliard de dollars en dividendes (Loto-Québec, 2018).

Il est important de souligner que les salons de jeux sont gérés par la société des établissements de jeux du Québec. La société des établissements de jeux du Québec est un réseau de 12 000 appareils de loterie vidéo répartis dans 2 000 bars, 2 salons de jeux, des produits de bingo dans une cinquantaine de salles ainsi que le jeu Kinzo, présent dans une vingtaine de salles. La société des établissements de jeux du Québec est une des filiales de Loto-Québec.

Le jeu électronique est devenu, au cours des dernières décennies, une forme commune de jeux. Cette forme de jeu est maintenant établie partout dans les établissements de jeux (Azmiar, 2005). Ainsi, le succès des casinos est fortement corrélé au succès du département

de machines à sous. En fait, les casinos sont largement dépendants du succès de leurs appareils de jeux électroniques. La raison qui explique cette dépendance est que généralement l'activité la plus populaire et la plus profitable des casinos nord-américains et européens est de jouer/miser sur les machines à sous et les appareils de jeux électroniques (Ghaharian, 2010; Gu, 2003; Ladouceur & Sévigny, 2009). Aux États-Unis, les revenus générés par le département des machines à sous varient généralement entre 60 et 90 % du volume d'affaires total des casinos (Board, 2016; Illinois Gaming Report, 2015; Iowa Racing & Gaming Commission, 2016; Nevada Gaming Control Board, 2016). De plus, la marge bénéficiaire, l'avantage de la maison, des machines à sous est nettement plus élevée que celle des autres activités et des jeux de table. Par exemple, l'avantage de la maison du blackjack et de la roulette est respectivement de 1,25 % et 5,25 %, tandis que la marge bénéficiaire des machines à sous se situe entre 6 % et 12 % (M. Chen, Tsai, & McCain, 2012; Kilby & Fox, 2005; Lucas & Brandmeir, 2005). Par conséquent, la sélection des machines à sous et la configuration des aires de jeux sont des préoccupations majeures de l'industrie du jeu.

La suite de ce rapport est présentée comme suit. La problématique de cette recherche est présentée au chapitre 2. Ensuite, le chapitre 3 présente la revue de littérature. Le chapitre 4 discute de la méthodologie utilisée. Le chapitre 5 présente la modélisation du système, soit les appareils de jeux électroniques, tandis que le chapitre 6 présente le modèle d'optimisation. Finalement, la conclusion, au chapitre 7, permet de synthétiser les informations les plus marquantes de cette recherche.

2 PROBLÉMATIQUE

À l'ouverture des salons de jeux du Québec en 2007, les revenus de chacun des établissements étaient plutôt faibles occasionnant des pertes globales de 10 millions de dollars (Loto-Québec, 2008; Vermot-Desroches, 2008). Il y a eu, au cours des dernières années, une augmentation importante et constante des revenus des salons de jeux. Les revenus ont atteint un sommet lors de l'année fiscale 2017-2018 avec plus de 50 millions de dollars (Loto-Québec, 2018). Il est important de noter que l'augmentation des revenus s'est particulièrement accrue depuis la relocalisation du salon de jeux de Québec, passant d'Expo Cité au centre commercial Fleur de lys, en novembre 2014. Ainsi, l'importance des SdjQ est indéniable considérant qu'il s'agit d'une des seules organisations appartenant à la société d'État qui est en croissance constante de ses résultats.

Tout comme la société des alcools du Québec (SAQ), la concurrence est très faible, pour ne pas dire inexistante, pour Loto-Québec. Ainsi, ces organisations appartenant au gouvernement québécois n'ont jamais eu à améliorer leur efficacité et leur performance pour faire face à la concurrence. Chacun de ces organismes a vu ses revenus et ses dividendes versés au gouvernement augmenter de façon relativement constante au cours des dernières décennies. Cependant, au niveau de l'efficacité et de la productivité, ces organismes n'ont pas vu de croissance importante depuis plusieurs années (Deslauriers, Gagné, Laurin, & Paré, 2016). Il est important de souligner que la productivité est évaluée en fonction de la valeur ajoutée créée par les différents postes qui contribuent à augmenter la valeur des biens et services achetés (Deslauriers et al., 2017). Cela correspond à la rémunération du travail et du capital. En fait, il semble que la productivité du travail de Loto-Québec n'a pratiquement pas cessé de diminuer depuis le début des années 2000 (Deslauriers et al., 2017). L'année 2013 est d'ailleurs la pire année de l'histoire de Loto-Québec en matière de productivité, son niveau de productivité étant 70 % inférieur à celui de 1981 et 30 % inférieur à celui de 2000.

De plus, Loto-Québec a exigé le retrait de plus de 1000 appareils de jeux électroniques à travers le Québec depuis le début des années 2000, ce qui a engendré une baisse de 35 % du bénéfice net réel de la société d'État. Étant donné le désir de Loto-Québec de poursuivre ses programmes de lutte contre la dépendance, le nombre d'appareils semble voué à

demeurer stable ou à diminuer au cours des prochaines années. Dans cette optique, il apparaît nécessaire d'augmenter l'efficacité de la société d'État et de ses établissements de jeux afin d'augmenter le bénéfice net réel de l'entreprise.

Considérant l'importante dépendance de l'industrie du jeu pour les machines à sous, la maximisation des performances du département des machines à sous est cruciale pour le succès des établissements de jeux, tels que les salons de jeux du Québec (Talukdar, Gauri, & Grewal, 2010). Cependant, la littérature affirme que les théories actuelles exploitées par l'industrie du jeu, particulièrement la *Full Service Theory* et le *Spillover Effect*, manquent de rigueur et que les résultats sont loin d'être optimaux compte tenu de leur potentiel (Grochowski, 2001; Price, 2013). Les casinos utilisent généralement des données de performance limitées, les commentaires des clients et même l'intuition de leurs dirigeants pour déterminer et gérer le mixte d'appareils de jeux électroniques qu'ils disposent sur le plancher de jeux pour leurs clients (Ghaharian, 2010).

Bien qu'il existe de nombreuses études qui ont développé des modèles de prévisions des performances des machines à sous, les modèles développés ne fournissent pas de bonnes prévisions, comme en témoigne leur coefficient de détermination ajusté (R^2 ajusté) relativement faible, régulièrement inférieur à 75 % (Lucas & Dunn, 2005; Lucas & Roehl, 2002). Bien que de tels résultats soient utiles pour déterminer l'impact statistique des caractéristiques individuelles sur les performances des machines à sous, l'utilisation de ces résultats n'aide pas l'industrie du jeu à choisir ses appareils puisqu'il n'y a pas de garantie de faire le bon choix de machines. Par conséquent, les casinos ne peuvent pas utiliser les résultats de la littérature à eux seuls pour gérer leur ensemble de machines à sous, car ils ne les guident pas lorsque de vraies décisions sont prises (choix de machines, déterminer le mixte d'appareils offerts, déterminer le niveau de diversité offert, etc.). Par conséquent, il y a un manque de méthode pour déterminer quels appareils doivent être introduits dans une aire de jeux ou pour déterminer l'ensemble de machines qui doit être offert à la clientèle pour maximiser les performances de l'établissement.

2.1 LE BUT

Le but de cette étude est de créer une méthode efficace d'exploitation des établissements de jeux afin d'optimiser leurs performances. Cette recherche met une emphase sur les

variables qui peuvent être contrôlées par les dirigeants des établissements de jeux et mesurées pour maximiser les performances financières de ces établissements. Le but de cette stratégie est de maximiser l'efficacité des ressources, soit les appareils de jeux électroniques. Par conséquent, le risque associé au déploiement d'une stratégie basée sur les variables qui peuvent être contrôlées est réduit et son potentiel est important. La principale contribution de cette recherche est qu'elle crée un modèle d'optimisation et fournit une approche structurée qui permet d'adapter le modèle à tous les établissements de jeux.

L'objectif de cette recherche est également d'appliquer le modèle d'optimisation développé et la méthodologie choisie aux salons de jeux du Québec afin d'optimiser leurs performances. Pour ce faire, la méthodologie choisie doit être entièrement appliquée à l'étude de cas réel. Ainsi, il est nécessaire de comprendre les facteurs expliquant la variation des performances individuelles des machines de jeux électroniques. Par la suite, il est nécessaire de procéder à la modélisation des performances des appareils. Il sera ensuite possible d'optimiser les performances des salons de jeux du Québec, en se basant sur les caractéristiques qui ont un impact significatif sur les performances des appareils de jeux électroniques. Ensuite, le modèle d'optimisation est développé en fonction des résultats de la modélisation. Le problème est résolu et les divers résultats sont analysés pour démontrer l'efficacité du modèle et de la méthodologie. D'ailleurs, cette recherche évalue le département des machines à sous en utilisant différents indicateurs de performance et cherche à générer un ensemble d'appareils plus efficace. Finalement, il est important d'examiner les méthodes pour mettre en place la solution afin de s'assurer que les recommandations apportées par cette étude soient exploitées de façon optimale.

2.1.1 OBJECTIFS SECONDAIRES

L'atteinte de l'objectif principal n'écarte pas le fait qu'il existe des objectifs secondaires importants à atteindre. Ainsi, mieux comprendre les appareils de jeux électroniques et mieux connaître la clientèle (ses préférences et son comportement sur les aires de jeux), grâce à une analyse approfondie des solutions proposées par le modèle d'optimisation, sont des objectifs secondaires importants à atteindre pour les SdjQ. Finalement, il est nécessaire de comprendre les relations qui existent entre les performances individuelles des machines

de jeux électroniques et les facteurs, tels que la localisation des machines sur l'aire de jeux et leurs caractéristiques, afin de maximiser les performances des différents salons de jeux.

2.2 LES QUESTIONS DE RECHERCHE

Afin de satisfaire l'objectif principal et les nombreux objectifs secondaires de cette recherche, il est nécessaire de répondre à la question suivante :

Comment les performances des établissements de jeux peuvent-elles être améliorées (optimisées) ?

Il est important de noter que les performances font référence autant à l'utilisation des appareils que les revenus engendrés par l'établissement de jeux. Plusieurs autres questions de recherche doivent être répondues afin de développer une stratégie d'optimisation des performances financières des salons de jeux du Québec :

Quelles sont les variables qui ont un impact sur les performances des établissements de jeux ?

Quel est le mixte optimal de jeux à disposer sur les aires de jeux ?

Quels jeux doivent être mis à la disposition de la clientèle afin de satisfaire la grande majorité des clients ?

2.3 CONCLUSION

Cette recherche tente de trouver des solutions afin d'améliorer les performances et la gestion des établissements de jeux. Tout au cours de cette étude, l'accent sera mis sur les facteurs qui sont contrôlés par les établissements de jeux afin d'optimiser leurs performances. Cette recherche applique la méthodologie choisie et les méthodes générales d'optimisation développée aux SdjQ afin de valider l'efficacité des solutions trouvées. Ceci permet de valider la qualité de la méthode générale d'optimisation développée et d'émettre des recommandations sur les façons d'augmenter les performances des SdjQ.

3 REVUE DE LITTÉRATURE

Les études sont nombreuses concernant les performances et les méthodes d'exploitation des casinos (Baloglu & Assante, 1999; Hendler & Hendler, 2004; Repetti, 2012). Certaines théories ont été élaborées afin de maximiser la profitabilité des complexes de jeux. La revue de littérature qui suit permet de connaître les dernières innovations dans l'industrie du jeu.

Ce chapitre présente tout d'abord les stratégies d'exploitation développées par la littérature, ensuite les variables qui influencent les performances des machines de jeux électroniques et montre finalement les méthodes d'optimisation appliquées aux établissements de jeux.

3.1 THÉORIE DU SERVICE COMPLET

La principale approche de gestion développée par la littérature est la *Full Service Theory*, qui peut être traduite par la théorie du service complet. Cette théorie est basée sur le principe que les installations qui ne sont pas reliées aux jeux des casinos, par exemple les restaurants, les salles de bingos et les salles de spectacle, produisent des revenus substantiels et indirects en attirant de nouveaux clients à l'intérieur des complexes de jeux (Abarbanel, Lucas, & Singh, 2011; S. K. Lee & Jang, 2014). Le but de cette théorie est de créer un engouement dans les établissements en essayant d'attirer une clientèle qui ne visite habituellement pas les casinos et les établissements de jeux. Dans le but de créer ce fameux engouement, la direction des casinos est prête à investir des sommes considérables dans des attractions et des activités non reliées aux jeux tels des restaurants haut de gamme, des salles de spectacle, des complexes hôteliers et même des événements ayant pour but d'augmenter le nombre de clients qui visitent les casinos.

En ajoutant des équipements et des attractions intéressants, la *FST* prétend que les complexes de jeux deviennent plus attractifs pour les groupes de clients qui comprennent au moins une personne intéressée par les activités de jeux traditionnels, qui se trouvent à être les plus profitables. Son apport provient du fait que cette clientèle ne visiterait pas les casinos sans les installations non reliées aux jeux. La *FST* supporte le principe qu'offrir une grande variété d'activités et d'attractions dans les complexes de jeux est synonyme d'une meilleure rentabilité et permet de bonifier les performances grâce à une

augmentation substantielle de la clientèle. Il existe une multitude d'activités et d'attractions qui sont en lien avec la *FST* dans les nouveaux casinos. La liste contient les restaurants, les salles de spectacles ainsi que les installations récréatives telles que des salles de bingo et de cinéma.

Bien que cette théorie éprouvée génère certains bénéfices pour les casinos, les résultats sont différents pour les installations non reliées aux jeux. Afin que les installations soient profitables, elles doivent attirer une clientèle qui est intéressée aux différents jeux offerts dans les casinos. Cela restreint le potentiel de cette théorie. La *FST* est également basée sur le principe que les installations non reliées aux jeux n'ont pas à être rentables pour opérer, ces installations n'ont qu'à générer des revenus indirects en redirigeant les clients vers les aires de jeux.

Il est important de rappeler que les performances des casinos dépendent en grande partie des revenus générés par les machines à sous et les tables de jeux. En effet, ces départements produisent la grande majorité des profits des complexes de jeux.

3.1.1 RESTAURANT

Un grand nombre d'études explore la relation entre les restaurants opérés par les casinos et les performances des machines à sous (Lucas & Brewer, 2001; Lucas & Santos, 2003; Suh, Tanford, & Singh, 2012; Suh & West, 2010; Tanford & Lucas, 2011). Ces études démontrent qu'il existe une relation positive et significative entre les performances des MAS et le volume de ventes des restaurants. Ainsi, certains casinos sont prêts à maintenir des restaurants non profitables afin d'augmenter indirectement les revenus des MAS.

3.1.2 SALLES DE BINGO

L'impact des salles de bingo dans les casinos a été considéré dans la littérature. La perception générale est que les joueurs de bingo visitent le département de machines à sous lorsqu'ils fréquentent les établissements de jeux pour le bingo (Lucas, Dunn, & Kharitonova, 2006). Cependant, il ne semble pas y avoir de relation positive et significative entre le nombre quotidien de joueurs de bingo et les montants insérés dans les appareils de jeux électroniques. De tels résultats remettent en question la notion d'utilisation optimale de l'espace disponible sur les aires de jeux. Puisque les salles de bingos ne semblent pas

produire d'augmentation indirecte et substantielle des profits des casinos, l'espace requis pour ces salles pourrait potentiellement être utilisé pour d'autres activités plus profitables (Suh & Tsai, 2013; Talukdar et al., 2010).

3.1.3 SALLE DE SPECTACLE

Les grands complexes de jeux de Las Vegas possèdent à l'occasion d'impressionnantes salles de spectacle présentant des spectacles d'artistes renommés mondialement. Le théâtre du *Caesar's Palace* présente les spectacles de Céline Dion, tandis que le théâtre *KA* présente ceux du Cirque du Soleil. Les casinos investissent des montants très importants dans des salles de spectacles impressionnantes afin d'attirer de nouveaux clients. La littérature semble prouver que ces investissements leur permettent réellement d'attirer une plus grande clientèle (Palmeri, 2004; Suh & Lucas, 2011).

3.2 LA CHERRY PICKING THEORY

Bien que la littérature dénote que les restaurants et les salles de spectacles ont un effet positif et significatif sur les performances quotidiennes des établissements de jeux qui les hébergent, la non-profitabilité ou la très faible profitabilité des installations non reliées aux jeux, tels que les restaurants, remettent en question la notion de gestion optimale du plancher de jeux des établissements de jeux.

Certains chercheurs se questionnent à savoir si une augmentation du nombre de machines à sous ou de tables de jeux, qui sont les activités les plus profitables des casinos, serait plus bénéfique et profitable que les retombés directes et indirectes des installations non reliées aux jeux (Abarbanel et al., 2011; Ghaharian, 2010; Lucas, Kilby, & Santos, 2002; Lucas, Singh, Gewali, & Singh, 2009). Certains autres chercheurs soutiennent la théorie qu'une diversité d'installations, telles que des restaurants et des salles de spectacle, est plus profitable que les établissements majoritairement dédiés aux jeux (Lucas, 2013b; Suh & West, 2010).

La littérature ne tranche pas de façon distincte à savoir quelle est la méthode optimale d'exploitation de l'espace de jeux pour les casinos. Très peu de recherches ont été menées pour savoir quelles sont les stratégies à adopter pour maximiser les performances des établissements de jeux exploitant seulement des machines électroniques.

Il est intéressant d'évaluer l'impact des installations voisines aux établissements sur leurs performances. Par exemple, les événements à proximité des établissements tels que les courses de chevaux (hippodrome) et les paris sportifs n'ont pas réussi à prouver avoir un effet positif et significatif sur les activités des machines à sous (Abarbanel et al., 2011; Cantinotti, Ladouceur, & Jacques, 2004; Lucas, 2014).

Les résultats précédents concernant la relation entre les événements voisins, les paris sportifs et les courses sur les performances quotidiennes supportent la *Cherry Picking Theory* (CPT). Les *Cherry Pickers* ont pour but d'obtenir des biens à prix réduit en changeant leurs habitudes d'achat afin de pouvoir profiter des promotions. Ainsi, ils sont prêts à changer leur routine d'achat ou la quantité de biens qu'ils achètent pour le magasin qui offre la promotion (Talukdar et al., 2010). En d'autres mots, les *Cherry Pickers* ont un but précis, tel que procéder à des paris sportifs ou de course, et ne démontrent pas ou très peu d'intérêts envers les activités de jeux. Ils prennent avantage des promotions sans réellement générer de bénéfices indirects pour les établissements de jeux. Donc, les *Cherry Pickers* contribuent faiblement à la rentabilité des casinos et des complexes de jeux.

3.3 L'EFFET D'ENTRAÎNEMENT

Pendant que la *FST* se concentre sur la relation entre les équipements et les attractions non reliées aux jeux sur la performance des casinos, d'autres études étudient les performances des machines à sous individuellement (S. K. Lee & Jang, 2014; Lucas, 2004, 2013a). La *Spillover Effect*, qui se traduit par l'effet d'entraînement, décrit les conditions où les ventes d'un magasin en particulier influencent les ventes des autres magasins avoisinants. Cet effet est généralement attribué à la boutique centrale d'un centre commercial qui attire la plus grande part des clients pendant que les boutiques avoisinantes augmentent leurs ventes en jouissant de l'augmentation de l'achalandage.

La *Spillover Effect* a été observée dans l'industrie du jeu. En général, les tables de jeux et les activités promotionnelles génèrent cet effet. Les gestionnaires des casinos ne se concentrent pas seulement à attirer de nouveaux clients dans leur établissement, ils essaient également de maximiser les bénéfices en dirigeant la clientèle vers les activités de jeux les plus profitables. La stratégie généralement utilisée est de créer un effet d'entraînement près

des activités les plus profitables des casinos (Lucas et al., 2006; Suh & Tsai, 2013). L'effet d'entraînement varie cependant d'une activité à l'autre, d'un casino à l'autre.

La principale faiblesse de la *Spillover Effect* est qu'il est basé sur la création d'un environnement attrayant près des principales attractions des aires de jeux pour rediriger les clients vers les machines à sous. Par conséquent, le succès de cette théorie est directement lié à la popularité des tables de jeux et des promotions. Si les tables de jeux ou les promotions n'attirent pas de regroupements de clients pour profiter des activités, le *Spillover Effect* ne générera pas le revenu indirect escompté. La mise en place de ces stratégies ne garantit pas une exploitation optimale des établissements de jeux ni la maximisation du volume d'affaires, car elles sont difficiles à mesurer et à mettre en œuvre, impliquant des ressources qui pourraient être utilisées pour des activités plus rentables (Lucas et al., 2009; Talukdar et al., 2010).

3.3.1 BLACKJACK

Le Blackjack est un jeu très populaire dans les casinos. Cependant, le Blackjack ne produit pas de bons revenus. Son taux de retour est très bas en comparaison à celui des machines à sous (M. Chen et al., 2012). De plus, la contribution indirecte du Blackjack sur les performances des casinos ne semble pas être clairement établie. Malgré la relation plus ou moins claire entre les tables de jeux et les performances des MAS, des recherches antérieures supportent l'idée que l'effet d'entraînement créé par le *Spillover Effect* affecte positivement les performances des MAS (Lucas, 2004, 2014).

3.3.2 POKER

Les salles de poker sont de plus en plus nombreuses dans les casinos dus à leur importante popularité (Dufour, Petit, & Brunelle, 2013). Leur existence est basée sur la croyance qu'elles génèrent un important *Spillover Effect*. Cependant, plusieurs études récentes concluent que les salles de poker ne produisent pas de *Spillover Effect*. (Lucas, 2013a, 2013b; Suh & Tsai, 2013). Contrairement à la pensée générale, il n'existe pas de relation positive et significative entre les salles de poker et les performances des machines à sous. Ainsi, même si le nombre de joueurs de poker peut être important, cela ne se traduit pas en une augmentation des revenus du département de machines à sous. Les résultats de

ces études supportent la *CPT* comme quoi les joueurs de poker ne sont pas intéressés par le jeu (machine à sous et appareil de jeux électroniques) et visitent les installations que pour participer aux activités reliées au poker. Les joueurs de poker ne contribuent que très faiblement à la profitabilité des casinos, puisque l'avantage de la maison est très faible pour les activités de poker. Cela remet encore une fois en question la notion de gestion optimale de l'espace plancher disponible.

3.3.3 PROMOTION

Les gestionnaires des casinos créent des campagnes de promotions et des événements promotionnels dans le but d'attirer des clients dans leur établissement. Les types de promotions peuvent différer grandement; allant d'importants prix tels que des autos ou des montants importants en argent à de plus petits prix comme des crédits de jeux (Baloglu, Zhong, & Tanford, 2014; Blattberg, Briesch, & Fox, 1995; Lucas & Bowen, 2002; Suh, Dang, & Alhaery, 2014).

Les gestionnaires d'établissements de jeux croient que les événements et les campagnes promotionnels engendrent une augmentation importante et significative du taux d'achalandage et des performances quotidiennes au cours de la durée des activités. Les gestionnaires croient également que les promotions génèrent une augmentation de la clientèle à plus long terme. Cependant, des recherches récentes remettent en question la profitabilité de cette stratégie en considérant le coût de mise en place des promotions (montant donné en prix, publicité) et les bénéfices retirés par l'augmentation des recettes au cours des promotions. En fait, une hausse du taux d'achalandage ne se transpose pas nécessairement en augmentation des recettes et des bénéfices. Aussi surprenant que cela puisse être, les tournois de machines à sous n'ont pas un effet significatif et positif sur les performances des machines à sous. Ces études remettent en question l'efficacité des promotions pour les salons de jeux du Québec (Lucas & Bowen, 2002; Thomas, Thomas, & Ollstein, 2015).

Les conclusions des études sont mitigées, puisque certaines supportent l'efficacité des campagnes promotionnelles (Kim & Kang, 2018; Suh et al., 2014), alors que d'autres l'infirment (Lucas & Bowen, 2002). Ainsi, des résultats d'études récentes prouvent qu'il y a une relation positive et significative entre les événements spéciaux et les activités de jeux

(Thomas et al., 2015). D'un autre côté, les activités et les événements promotionnels ne produisent pas toujours de meilleurs résultats. En effet, des études n'ont pas réussi à prouver qu'il existe une relation positive et significative entre les paris sportifs et le volume des montants pariés dans les casinos (Abarbanel et al., 2011; Lucas, 2014).

3.4 PERFORMANCES INDIVIDUELLES DES APPAREILS

Considérant l'importante contribution des appareils de jeux électroniques et des MAS aux bénéfices des établissements de jeux, une multitude d'études ont été réalisées dans le but de modéliser et de mieux comprendre les performances des machines de jeux électroniques. Pendant que la FST se concentre sur les effets des équipements non reliés aux jeux sur les performances des casinos et que le *Spillover Effect* traite principalement des moyens pour diriger et attirer des joueurs vers les activités de jeux les plus profitables, d'autres recherches ont été menées sur les performances individuelles des machines à sous et sur les performances quotidiennes des établissements de jeux (Pearlman, 2012). Les variables qui ont été étudiées sont la position et la microlocalisation des jeux sur l'aire de jeux ainsi que les caractéristiques (*mises, dénomination, game-within-a-game, lot progressif, multijeux*) des différentes machines (Ladouceur, Jacques, Sévigny, & Cantinotti, 2005; Lam, Chan, Fong, & Lo, 2011; Liu & Wan, 2011).

3.4.1 POSITION ET MICROLOCALISATION

La position correspond à l'emplacement d'un appareil sur l'aire de jeux tandis que la microlocalisation fait référence à la position d'un appareil par rapport à certaines caractéristiques de l'aire de jeux (Lucas & Dunn, 2005). La microlocalisation considère les ilots, les appareils situés dans les bouts d'allées et les appareils situés près des corridors les plus empruntés. La position et la microlocalisation ont toutes les deux un impact significatif sur les revenus quotidiens des machines de jeux (Lucas & Dunn, 2005; Lucas & Roehl, 2002). La conclusion générale est que la position d'une machine à sous affecte ses performances. Les machines situées près d'une allée importante, à l'intérieur d'un ilot de machines ou près d'une table de jeux démontrent de meilleurs résultats que les machines ne bénéficiant pas de ces positions (Yi & Busser, 2008). Les études ont prouvé que certaines positions et microlocalisation engendrent de meilleurs résultats financiers que d'autres.

D'autres études se sont concentrées sur la conception d'aménagements efficaces d'aire de jeux en utilisant différentes méthodes, telles que le diagramme de Voronoi (Chin-Tsai & In-Fun, 2008; Lucas & Dunn, 2005; Lucas, Dunn, Roehl, & Wolcott, 2004; Lucas & Roehl, 2002; Lucas et al., 2009; Wan, 2013). Ces dernières études fournissent un aperçu intéressant de la relation entre la localisation d'un appareil sur l'aire de jeux et ses performances. Cependant, l'hypothèse est que l'emplacement a un impact sur les performances d'un appareil de jeux électronique. Lorsque la localisation n'a pas d'impact, ces études ne peuvent pas être utilisées, démontrant ainsi la nécessité d'un modèle d'optimisation général et intégré.

3.4.2 CARACTÉRISTIQUES DE JEUX

Les caractéristiques des jeux ont un impact important sur les performances des machines à sous. La mise maximale (*MaxC*) et la dénomination ont été étudiées brièvement (Lucas et al., 2004). La mise maximale correspond au montant maximum qu'un joueur peut payer pour une mise. Pour sa part, la dénomination correspond au montant par lequel la mise minimale (*MinC*) fait la transition vers la mise maximale. Prenons, par exemple, une machine qui a une mise minimale de 0,50 \$ et une mise maximale de 5,00 \$. Sa dénomination est 0,25 \$, il est possible d'y insérer de l'argent par tranche de 0,25 \$. Ainsi, les joueurs peuvent y jouer pour un montant de 0,50 \$, 0,75 \$, 1,00 \$ [...], 4,75 \$ et 5,00 \$. Il existe également, pour certains appareils, la possibilité de jouer à plusieurs dénominations différentes. La dénomination multiple correspond à une machine où le client a la possibilité d'insérer de l'argent par tranche variable. Ainsi, la machine de l'exemple précédent pourrait accepter des mises par tranche de 0,01 \$, de 0,05 \$, de 0,10 \$ et de 0,25 \$. Ces variables ont été incluses dans des modèles d'analyse des performances individuelles des appareils de jeux électroniques (Bayus & Gupta, 1985; Lucas & Dunn, 2005). Ces études ont prouvé que la mise maximale a un effet négatif et significatif sur les performances des appareils. Ainsi, plus la mise maximale est élevée, moins l'appareil est performant. La dénomination, quant à elle, aurait un impact positif sur les performances des appareils. Ainsi, plus la dénomination est importante, plus les performances de l'appareil le sont. La mise minimale, l'opposé exact de la mise maximale, n'a jamais été un objet d'étude.

Le taux de retour, appelé avantage de la maison dans l'industrie du jeu est le pourcentage que l'établissement de jeux peut espérer retenir de chaque machine à sous ou chaque table de jeux (M. Chen et al., 2012; Lucas & Brandmeir, 2005; Lucas & Singh, 2008). Cela représente le pourcentage moyen des mises qu'un appareil peut espérer gagner sur une longue période. L'avantage de la maison a un effet significatif, mais négatif sur les performances des appareils (Lucas & Roehl, 2002). Ainsi, plus l'avantage de la maison est élevé, moins les performances le sont (Kilby & Fox, 2005). Bien que le taux de retour ne soit pas exactement connu par la clientèle, il semble que l'avantage de la maison influence les consommateurs de façon similaire à celui du prix d'un article.

La volatilité correspond à la fréquence des gains, exprimée en pourcentage de parties ayant généré une victoire, contrairement au taux de retour qui lui correspond au rendement monétaire attendu des joueurs, exprimé en pourcentage du montant total parié (Coates & Blaszczynski, 2013). Trois études réalisées sur des joueurs non pathologiques ont échoué à prouver que les joueurs ont des comportements différents en fonction de la volatilité et du taux de retour, même lorsqu'il y a de grandes différences de valeurs pour ces deux variables (Le Pelley, 2004). D'autres études confirment que les joueurs ne préfèrent pas jouer sur des machines ayant une forte volatilité (Brandt & Pietras, 2008). En revanche, d'autres études révèlent que la volatilité a une influence significative sur la fréquence des paris (Dixon, MacLin, & Daugherty, 2006; Gallagher, Kohler, & Nicki, 2015). Les joueurs ne parient pas aussi rapidement lorsque la volatilité est importante (Turner, 2011).

3.4.3 LANGUE DE L'APPAREIL

La langue du système d'exploitation des appareils peut être un frein à l'utilisation de l'appareil. Des études menées sur le comportement des joueurs chinois et les facteurs qui les découragent à jouer aux machines à sous ont permis de découvrir que la langue des appareils ainsi que la clarté des instructions ont un impact sur le désir de jouer à ces appareils (Liu & Wan, 2011). Il n'existe aucune étude réalisée dans un établissement de jeux québécois ou francophone.

3.4.4 PROGRAMME DE L'APPAREIL

Le programme de l'appareil, soit le jeu que l'appareil déploie, est l'une des variables importantes lors de la sélection d'un appareil dans les aires de jeux. La croyance généralisée est que certains programmes sont plus intéressants et attrayants que d'autres. Ces programmes devraient donc avoir de meilleures performances comparativement aux autres. Cette pensée est vérifiée et approuvée par une étude sur les performances des appareils *vidéopokers* (Lucas & Roehl, 2002). Cependant, une étude, comprenant plusieurs variables sur les performances individuelles des appareils, prouve que les programmes ne font pas partie des variables qui ont un impact sur les performances journalières des appareils (Lucas & Dunn, 2005).

Bien peu d'études menées au cours des dernières années ont inclus le programme des appareils dans les variables susceptibles d'avoir un impact sur les performances des machines de jeux électroniques. Qui plus est, la littérature sur les casinos ne réussit pas à trancher quant à savoir si le programme d'un appareil est une variable importante ou non pour la clientèle.

3.4.5 CARACTÉRISTIQUES SUPPLÉMENTAIRES

Les machines *Multijeux* correspondent à des machines qui offrent la possibilité aux clients de sélectionner le programme/jeu auquel ils désirent jouer à travers une sélection de plusieurs jeux (Ghaharian, 2010). Les salons de jeux du Québec ont des machines *Multijeux*, qui offrent une sélection de 6, 12, 13 ou 14 jeux distincts. En général, les machines *Multijeux* ont également une dénomination multiple, qui varie d'un jeu à un autre. Les valeurs jouées (mises et dénomination) sont spécifiques à chaque jeu. Les machines *Multijeux* démontrent généralement de mauvaises performances (Provencal & St-Pierre, 2017c).

La caractéristique *Lot Progressif* correspond aux machines qui offrent un lot (jackpot) progressif, c'est-à-dire, un lot qui augmente graduellement et qui peut atteindre des montants supérieurs aux jackpots des autres machines (Lucas et al., 2004; Provencal & St-Pierre, 2017c). Les résultats de la littérature montrent que cette caractéristique diminue

généralement les performances des appareils. En effet, il n'y a pas d'incitatifs à jouer sur une machine offrant un lot progressif qui vient d'être gagné.

La caractéristique appelée *Game-within-a-game*, qui se traduit par *Jeu dans un Jeu*, correspond à une caractéristique qui donne certains jackpots et qui qualifie les joueurs pour un deuxième événement aléatoire, créant la possibilité d'un paiement supplémentaire/bonus (Lucas et al., 2004). La littérature prouve que cette variable permet d'augmenter de façon significative les performances des appareils. Il s'agit d'une des caractéristiques les plus populaires auprès de la clientèle.

La caractéristique *Rondes Bonus* correspond aux rondes supplémentaires offertes gratuitement ou gagnées par un joueur lors de l'utilisation d'une machine (Provencal & St-Pierre, 2017c). Il s'agit d'une caractéristique semblable à celle de *Game-Within-a-game*. Aucune étude n'a analysé spécifiquement cette variable.

3.4.6 COIN-IN

Le terme *Coin-in* correspond à l'argent total (crédits) qui est misé dans un appareil de jeux (Lucas et al., 2009). Cela ne considère pas le nombre de crédits qui a été redonné, c'est-à-dire gagné, aux utilisateurs. La différence entre le *Coin-in* et le revenu réel d'un appareil est que le *Coin-in* ne tient pas compte des gains aléatoires (jackpot) des utilisateurs pour quantifier le niveau de performance d'un appareil. Le *Coin-in* est la mesure de performance des appareils de jeux électroniques la plus utilisée dans la littérature (Lucas & Dunn, 2005; Lucas et al., 2004; Lucas & Roehl, 2002).

D'ailleurs, le revenu réel gagné sur une longue période de temps pour une machine devrait se traduire par le montant total misé dans cette machine multiplié par l'avantage statistique (*PAR*) de cette machine, comme en témoigne l'équation 3.1.

$$\text{Revenu réel} = \text{Crédits misés (Coin - in)} \times \text{Avantage statistique (PAR)} \quad (3.1)$$

Il est donc possible de déterminer le revenu réel d'un appareil, sur une longue période de temps, en connaissant l'avantage statistique de l'appareil et son *Coin-in* total pour la période.

3.5 OPTIMISATION DES CASINOS

Peu d'études ont été réalisées afin d'optimiser les performances des casinos (Chin-Tsai & In-Fun, 2008). La complexité des relations existantes entre les caractéristiques et les performances des appareils de jeux, la variation importante des performances quotidiennes et la différence importante de préférences de la clientèle sont des raisons qui expliquent ce manque de recherches.

La programmation linéaire est un outil très intéressant et performant afin d'obtenir la solution optimale d'un problème d'un problème modélisé de façon linéaire. À ce fait, il est possible d'appliquer la programmation linéaire à des problèmes relatifs à l'industrie du jeu. À ce jour, très peu d'études ont appliqué la programmation linéaire dans l'industrie du jeu. La programmation linéaire a été utilisée afin de déterminer le mixte optimal d'appareils à déployer sur les aires de jeux dans le but de maximiser les performances financières des établissements de jeux. À l'époque, les gestionnaires des casinos utilisaient la *rétroaction* des clients, leur intuition et des données limitées des appareils afin de déterminer les machines à déployer sur les planchers de jeux (Ghaharian, 2010). Une étude a analysé les différents mixtes d'appareils selon trois grands axes : la configuration du plancher, la configuration mécanique et le mixte de modèles (Kilby & Fox, 2005). Cette étude a développé des lignes directrices afin d'offrir le mixte d'appareils satisfaisant la plus grande proportion de clients. Bien que ce soit des facteurs légitimes de décisions, une méthode plus spécifique de décision devait être développée afin d'obtenir de meilleurs résultats pour les casinos.

Le développement d'un programme linéaire d'optimisation dans l'industrie du jeu est donc un ajout important. Ce programme a pour objectif de déterminer le nombre d'appareils qui permettent de maximiser les performances de chaque groupe de jeux. Le modèle de programmation linéaire est soumis à plusieurs contraintes de types opérationnelles. Tout d'abord, puisque l'aire de jeux est limitée en matière d'espace disponible, le programme linéaire doit limiter le nombre total d'appareils à disposer sur le plancher de jeux. Ensuite, le nombre d'appareils par groupe de jeux est limité à une variation maximale de 10 % par rapport au nombre initial d'appareils, que ce soit positivement ou négativement. Ainsi, si un groupe de jeux est présent à 9 reprises sur une

aire de jeux, le programme ne peut pas enlever ou ajouter plus d'un appareil à ce groupe. Une dernière contrainte est présente afin de limiter le montant total d'argent retourné par les appareils aux joueurs. Ainsi, l'appareil est limité à 30 % de retour. Finalement, bien que ce programme linéaire soit simple, son potentiel de gain est important. En effet, l'étude conclut à une augmentation potentielle des revenus de 5,65 % à la suite de la mise en place du mixte de jeux optimaux.

Au moment de cette étude, une seule recherche utilisant la programmation non linéaire avait été conduite. Cette étude visait à optimiser le mixte de jeux à déployer sur les aires de jeux tout en déterminant l'aménagement optimal (la position de chaque appareil) (Fiege & Baran, 2016). Il s'agit de la première étude complète visant à résoudre le problème complexe d'aménagement optimal d'une aire de jeux en tenant compte, non seulement des revenus des appareils, mais également des préférences de la clientèle du point de vue de l'aménagement, du taux d'occupation des appareils, des revenus et des profits des appareils.

Cette étude à multi objectifs est certes le premier pas vers la résolution de l'un des problèmes les plus complexes et des plus importants de l'industrie du jeu. Cependant, beaucoup de travail doit être fait encore afin de réellement pouvoir appliquer le modèle de cette recherche à des établissements de jeux. En effet, l'étude, bien qu'intéressante, a été basée sur des hypothèses de recherches assez limitantes, tel qu'un nombre très faible de types d'appareils et un nombre limité de caractéristiques d'appareils.

3.6 CONCLUSION

La revue de littérature a permis de constater qu'il y a plusieurs études qui ont travaillé sur la modélisation des performances des machines à sous dans le but de comprendre leur comportement (Lam et al., 2011; Lucas & Bowen, 2002; Lucas & Roehl, 2002; Moss, Ryan, & Wagoner, 2003; Suh et al., 2014; Suh & Tsai, 2013; Suh & West, 2010). La liste des variables typiquement étudiées contient les caractéristiques des machines (*Mise minimale*, *Mise maximale*, *Machine à Multijeux*, *Lot progressif*, *Langue des appareils*, *Programme*) et la position des appareils sur l'aire de jeux (Provencal & St-Pierre, 2017a, 2017b, 2017c).

Le Tableau 1 résume les résultats des études de la littérature sur les performances des appareils. Le Tableau 1 montre l'impact des variables et fournit une liste d'études pertinentes. Les variables identifiées en gras dans ce tableau sont celles qui ont une certaine importance pour les salons de jeux du Québec, compte tenu de leur pertinence dans le contexte du jeu au Québec.

Tableau 1 Résumé de la littérature

<i>Nom de la Variable</i>	<i>Impact sur les performances</i>	<i>Littérature</i>
Programme	Positif/Négatif	(Lucas & Dunn, 2005; Lucas & Roehl, 2002; Provencal & St-Pierre, 2017b)
Mise minimale	Positif	(Provencal & St-Pierre, 2017b)
Mise maximale	Positif/Non-Significatif	(Lucas et al., 2004; Provencal & St-Pierre, 2017b)
Dénomination	Négatif	(Bayus & Gupta, 1985; Ghaharian, 2010)
Position et microlocalisation	Positif/Non-Significatif	(Lucas & Dunn, 2005; Lucas & Roehl, 2002; Lucas et al., 2009; Provencal & St-Pierre, 2017b)
Game-within-a-game	Positif	(Lucas et al., 2004)
<i>Slant Top</i>	Négatif/Non-Significatif	(Lucas & Dunn, 2005; Lucas et al., 2004; Lucas & Roehl, 2002)
Multijeux	Négatif	(Ghaharian, 2010)
Lot Progressif	Positif/Non-Significatif	(Lucas et al., 2004; Provencal & St-Pierre, 2017b)
Ronde Bonus	Négatif	(Provencal & St-Pierre, 2017b)
Langue	Non-Significatif	(Provencal & St-Pierre, 2017b)
Hauteur du plafond	Positif	(Lucas et al., 2004)
Journées actives	Positif	(Lucas & Roehl, 2002)
Avantage de la maison	Négatif	(Lucas & Roehl, 2002)
Valeur du plus grand prix	Négatif	(Lucas et al., 2004)

Ainsi, plusieurs variables qui ont une importance potentielle pour les salons de jeux du Québec n'ont fait l'objet que de très peu d'études, si ce n'est pas aucune. C'est le cas des programmes des appareils, de la mise minimale, des appareils *Multijeux*, des appareils ayant un lot progressif, des appareils offrant des rondes bonus, la langue du programme des appareils et la marque des appareils. Par exemple, la marque des appareils électroniques pourrait avoir un impact sur les performances individuelles des appareils. En général, les marques d'appareils offrent des caractéristiques qui leur sont propres et qui plaisent ou non à la clientèle. Ainsi, une différence de performance entre les marques pourrait exister dans les SdjQ. Le programme de l'appareil, bien qu'étudié brièvement, fait partie des facteurs

qui doivent être approfondis afin de bien comprendre la variation des performances des MAS dans le SdjQ.

De ce fait, cette étude permettra de combler la faiblesse de la littérature des casinos et appareils de jeux électroniques en étudiant de nouvelles variables et en approfondissant les recherches sur certaines variables importantes. Également, cette recherche permettra de mieux comprendre l'impact de ses variables sur les performances des appareils de jeux électroniques, et ce dans le contexte d'un salon de jeux. En effet, ce type d'établissement n'a pas fait l'objet de plusieurs études. Ainsi, l'étude de ce type d'établissement permettra de mieux comprendre le comportement des appareils et permet de confirmer et d'infirmer des conclusions générales de la littérature.

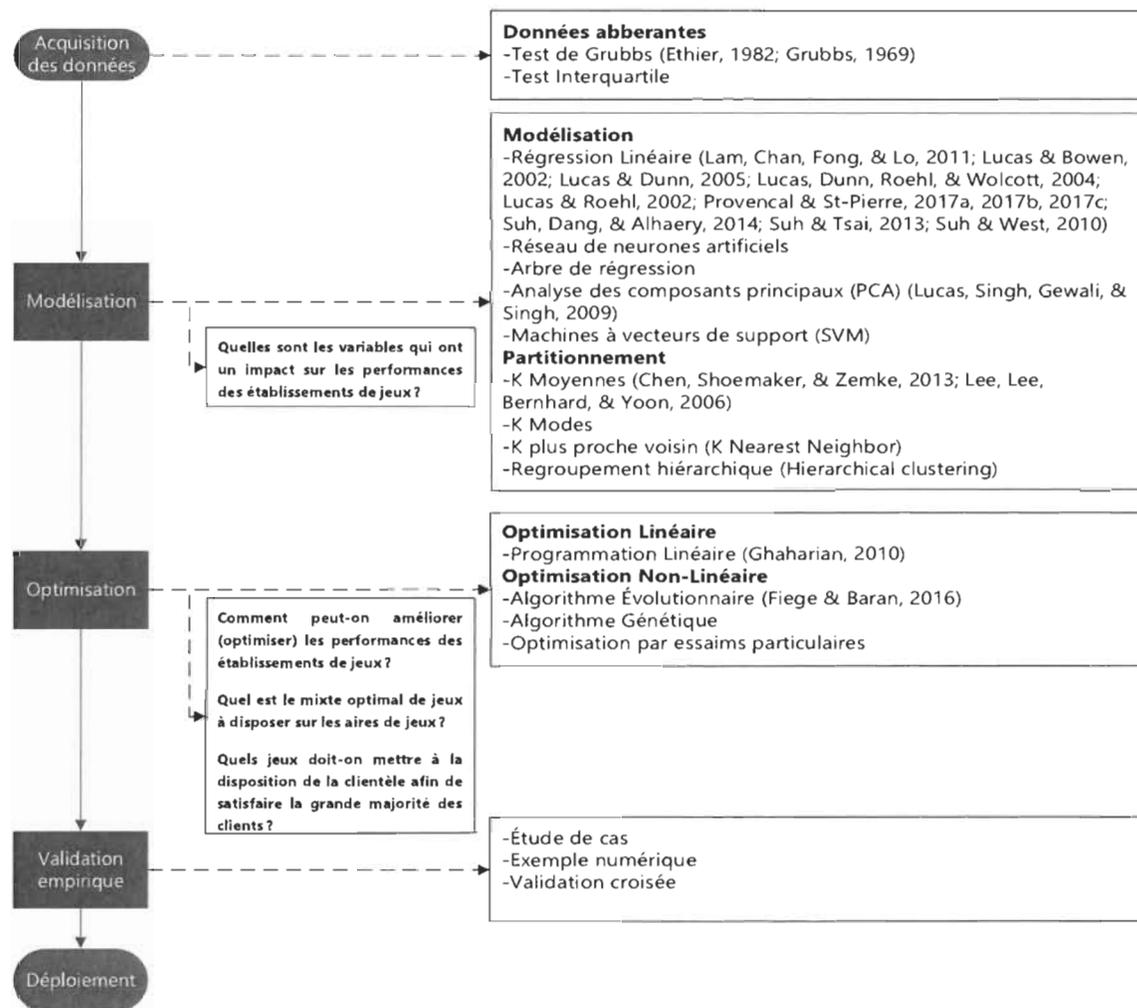
La revue de littérature a également permis de montrer qu'il n'y a pas de méthode ou de théorie universelle qui garantit une exploitation optimale des établissements de jeux. Chacune des théories ou stratégies utilisées dans la littérature possède des avantages et des inconvénients et aucune théorie n'émet des recommandations précises pour faciliter l'implantation d'une stratégie. À l'heure actuelle, il appert donc qu'il n'existe pas de méthode ou de théorie qui permettraient aux salons de Jeux du Québec d'optimiser leurs performances. Il est donc nécessaire d'adapter ou de développer une approche d'optimisation pour les établissements de jeux qui permet de réellement maximiser leurs performances.

Finalement, il semble, selon la littérature, que l'optimisation des aires de jeux nécessite donc de déterminer le bon aménagement et la combinaison optimale de jeux à déployer sur l'aire de jeux afin de bénéficier de la *Spillover Effect* et des autres relations existantes avec les machines de jeux électroniques.

4 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Ce chapitre analyse la revue de littérature dans le but de déterminer la méthodologie à utiliser pour cette étude qui comporte cinq étapes, de la cueillette des données jusqu'au déploiement de la solution. Cette recherche se concentre particulièrement sur les trois étapes suivantes : la modélisation du système, soit les appareils des établissements de jeux, l'optimisation des performances de ce système et la validation empirique (par une étude de cas). La Figure 1 présente les différentes étapes de la méthodologie utilisée. Elle présente également des outils qui peuvent être utilisés et fournit une liste d'études pertinentes liées à l'utilisation de ces outils dans l'industrie du jeu. Finalement, la figure présente les questions de recherche qui sont répondues par chacune des étapes.

Figure 1 Processus de sélection de la méthodologie



4.1 CUEILLETTE DES DONNÉES

La première étape consiste en une collecte des données. Il est important de noter que les données peuvent provenir de sources diverses, telles que des logiciels comptables. De ce fait, il est nécessaire d'utiliser des procédures de filtration des données pour éliminer les données aberrantes et pour repérer les données manquantes.

Parmi les divers tests qui peuvent être utilisés pour s'assurer de l'intégrité des données, le test de Grubbs et le test interquartile sont les outils les plus fréquemment utilisés (Grubbs, 1969; R. B. Jain, 2010). Le test interquartile est une mesure de la variabilité de la distribution des données basée sur la division des données en quartiles. Les quartiles divisent un ensemble de données ordonnées en quatre parties égales. Les valeurs qui séparent les parties sont appelées les premier, deuxième et troisième quartiles; et elles sont désignées par Q1, Q2 et Q3, respectivement. La distance interquartile est obtenue en soustrayant le premier quartile du troisième. Le test interquartile crée une plage acceptable, où toutes les données à l'extérieur de cette plage sont éliminées. La plage correspond à l'intervalle:

$$(Q1 - C * IQ, Q3 + C * IQ), \quad (4.1)$$

où Q1 et Q3 représentent respectivement le premier et le troisième quartile, IQ est la distance interquartile et C est une constante généralement comprise entre 3 et 5 (Leys, Ley, Klein, Bernard, & Licata, 2013). Le test de Grubbs consiste à trouver l'écart absolu le plus important par rapport à la moyenne de l'ensemble de données et à éliminer cette donnée si elle est supérieure au seuil déterminé (Grubbs, 1969). Le test de Grubbs détecte une donnée aberrante à la fois. Le test repose donc sur un processus itératif. La valeur aberrante détectée est supprimée de l'ensemble de données et le test est répété jusqu'à ce qu'aucune valeur aberrante ne soit plus détectée. L'équation 4.2 représente le test.

$$G = \frac{\max_{i=1, \dots, N} |y_i - \bar{y}|}{s}, \quad (4.2)$$

où $y_i \in N^+$ représente les variables traitées pour l'ensemble des données, \bar{y} est la moyenne des y_i et s l'écart-type. L'équation 4.3 définit la valeur de la borne inférieure de G .

$$G > \frac{N - 1}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{t_{\alpha/(2N), N-2}^2}{N - 2 + t_{\alpha/(2N), N-2}^2}}, \quad (4.3)$$

avec $t_{\alpha/(2N), N-2}$ désignant la valeur critique supérieure de la distribution t avec $N - 2$ degrés de liberté et un niveau de signification de $\alpha/(2N)$, où N est le nombre de données dans l'échantillon et le niveau de signification α est égal à 0,05. Ce processus est répété jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de valeur au-dessus du seuil G .

À la suite de l'application de ces deux tests, les données recueillies ne devraient plus contenir de données aberrantes ou manquantes. Ainsi, l'ensemble de données pourra être utilisé pour l'étape suivante, la modélisation du système.

4.2 MODÉLISATION

La deuxième étape de la méthodologie est la modélisation du système. La modélisation permet de bien comprendre le comportement et les performances du système en question, soit les établissements de jeux et les appareils de jeux électroniques. Cela permet de prévoir les performances futures et de développer des outils d'aide à la gestion. Les résultats de la modélisation seront ensuite utilisés pour construire un modèle d'optimisation des performances. Une emphase particulière est mise sur les variables qui peuvent être influencées ou contrôlées. Ce sont ces variables qui pourront être modifiées pour optimiser les performances des établissements de jeux.

La littérature sur le sujet est importante et se compose principalement d'outils de modélisation linéaire ou de procédures statistiques (Lucas & Roehl, 2002; Suh & Tsai, 2013). L'analyse de régression linéaire (multiple) est l'outil le plus utilisé de la littérature. Il s'agit d'une analyse statistique qui décrit les variations d'une variable dépendante associée aux variations de plusieurs variables indépendantes. Le but de la régression multiple est de comprendre, expliquer et prévoir la variance d'un phénomène à partir des relations existantes entre les variables indépendantes (combinaisons de facteurs explicatifs), telles que les caractéristiques des machines, et la variable dépendante, soit les performances financières de ces machines (Lucas & Dunn, 2005). La régression est utilisée

pour estimer l'impact des variables qui influencent les performances quotidiennes des casinos et des variables qui influencent les performances individuelles des machines à sous.

Par ailleurs, la liste des outils qui pourraient être davantage explorés pour modéliser le système comprend les réseaux de neurones artificiels, les arbres de régression et les machines à vecteur de support (SVM), pour en nommer quelques-uns. Ces outils pourraient être utilisés pour modéliser de façon précise les performances des appareils de jeux en fonction de davantage de caractéristiques. Dans l'industrie du jeu, la revue de littérature montre que peu d'études ont utilisé ces outils de modélisation (Lucas et al., 2009). L'analyse des composants principaux (PCA) et le regroupement de population (population partitioning) ont été utilisés pour améliorer la qualité des méthodes de prévision de l'industrie du jeu (Lucas et al., 2009). Des algorithmes de partitionnement (clustering) ont aussi été utilisés pour mieux comprendre les relations complexes existantes dans les établissements de jeux, tels que le comportement de la clientèle (motivation, préférences) et les machines (S. C. Chen, Shoemaker, & Zemke, 2013; C.-K. Lee, Lee, Bernhard, & Yoon, 2006). Le partitionnement est utile pour réduire la complexité d'un ensemble de données et pour créer des groupes d'informations similaires, tels que les profils de clients (He, Deng, & Xu, 2006; A. K. Jain, 2010).

4.3 OPTIMISATION

La troisième étape est l'optimisation des performances du système. La littérature ne contient pas beaucoup d'exemples d'application d'outils d'optimisation pour résoudre les problèmes dans l'industrie du jeu ou optimiser les performances des casinos. Malgré le fait que de nombreux secteurs et domaines de recherche ont bénéficié de la programmation linéaire (PL), il y a très peu d'applications dans l'industrie du jeu (Kolm, Tütüncü, & Fabozzi, 2014). La PL est utilisée pour trouver l'ensemble d'appareils de jeux qui maximise les performances du département de machines à sous considérant des contraintes pratiques (Ghaharian, 2010). Le modèle est sujet à de nombreuses contraintes de nature opérationnelle et pratique. Bien que ce modèle soit simple, son potentiel est important. L'étude qui a développé ce modèle conclut à une augmentation potentielle de 5,65 % des performances du département de machines à sous, à la suite de l'implémentation de la

solution optimale. Cependant, le modèle ne considère pas les caractéristiques des MAS, telles que la mise minimale, la mise maximale et le lot progressif.

L'amélioration des performances financières des établissements de jeux peut être difficile à réaliser si les préférences des clients ne sont pas prises en compte. Il ne faut pas penser à tort que de simplement offrir les MAS les plus performantes aux clients augmenterait les performances globales. Les chercheurs suggèrent que les joueurs préfèrent un éventail de choix de jeux et de caractéristiques et n'aiment pas les changements de machines à sous, quels qu'ils soient (Lucas, 2013b; Suh & West, 2010). Ainsi, il est crucial d'offrir à la clientèle un ensemble intéressant de jeux et de caractéristiques, ce qui nécessite une modélisation plus complète.

Une autre étude a pour objectif de déterminer l'ensemble optimal d'appareils à déployer sur l'aire de jeux, tout en déterminant l'aménagement optimal (localisation de chaque appareil) (Fiege & Baran, 2016). Il s'agit de la première recherche à aborder le problème complexe de déterminer l'ensemble optimal d'appareils en incluant la détermination de l'aménagement optimal. Afin de trouver la solution optimale, la fonction à multiobjectifs considère les revenus des MAS, le niveau d'utilisation des machines et les bénéfices générés par les appareils. Cependant, l'étude n'a pas encore prouvé que le modèle d'optimisation est applicable efficacement à divers établissements de jeux.

4.4 VALIDATION EMPIRIQUE ET DÉPLOIEMENT

La quatrième étape consiste à vérifier l'efficacité de l'approche à l'aide d'une validation empirique. Les options possibles sont une étude de l'application de la méthodologie à un cas réel (étude de cas) d'un établissement de jeux, un exemple numérique ou une validation croisée. La validation a pour objectif de démontrer que la méthodologie proposée est efficace et qu'elle génère une solution satisfaisante.

La cinquième et dernière étape est le déploiement de la solution. Une fois le déploiement réalisé, le processus général proposé est terminé. Au meilleur de la connaissance de l'auteur, il existe une littérature limitée sur l'analyse post-mortem des applications réelles des différentes études réalisées dans le domaine du jeu.

4.5 CONCLUSION

Ce chapitre a permis d'identifier le processus de résolution du problème à l'étude et de sélectionner les outils qui seront utilisés pour le résoudre. Il permet d'identifier les outils qui peuvent être utilisés pour chaque étape de la démarche et de sélectionner le(s) outil(s) qui semble(nt) les plus appropriés pour cette recherche. Cette recherche se résume en cinq étapes : Collecte des données, Modélisation, Optimisation, Validation empirique et Déploiement.

5 MODÉLISATION

Puisque la démarche et les outils sont maintenant clairement identifiés, il est désormais possible d'appliquer la méthodologie à un cas réel bien précis, démontrant par le fait même l'efficacité de celle-ci. Par conséquent, ce chapitre exécute les premières étapes de la méthodologie, présentée à la Figure 1, soit les étapes d'acquisition des données et de modélisation du système. Ce chapitre présente les résultats de l'application de ces deux étapes, des analyses approfondies des résultats et émet des recommandations afin de poursuivre la méthodologie vers les étapes suivantes.

Ce chapitre est structuré de la façon suivante. Tout d'abord, la section 5.1 décrit l'établissement à l'étude de façon à bien comprendre la situation actuelle. Par la suite, la section 5.2 discute de la collecte des données. La section 5.3 présente la modélisation, qui consiste en deux analyses de régression multiple appliquée au salon de jeux de Québec.

5.1 DESCRIPTION DE L'ÉTUDE DE CAS

La méthodologie est appliquée à la problématique identifiée au chapitre 2 pour le salon de jeux de Québec. Il est à noter que l'analyse du salon de jeux de Trois-Rivières est fournie en Annexe A par souci de simplicité et de lisibilité.

Les données recueillies représentent les performances financières (*Coin-in Quotidien, CIQ*) et l'utilisation (*Parties Jouées, PJ*) des 331 appareils pour la période du 2 janvier 2014 au 1er février 2016. Le plancher de jeux comprend 106 *Programmes* différents. 153 appareils ont un *Lot Progressif*, 325 appareils offrent des *Rondes Bonus* et 115 appareils sont *Multijeux*.

Le Tableau 2 et le Tableau 3 présentent les informations générales à propos de certaines caractéristiques des appareils de jeux du SdjQ. Les tableaux sont séparés en fonction du format des variables. Le Tableau 2 présente la moyenne, la médiane, l'écart-type, la valeur minimale et la valeur maximale des variables continues. Les caractéristiques ayant un L à la première position de leur nom ont été transformées en log naturel par souci de confidentialité et pour la régression multiple. Une discussion de la transformation est disponible à la sous-section 5.3.2.

Tableau 2 Statistiques descriptives des variables continues de Québec

<i>Variables</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Médiane</i>	<i>Écart-type</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>LCIQ</i>	8,20	8,27	0,56	7,03	9,42
<i>LPJ</i>	8,22	8,33	0,50	6,96	9,01
<i>MinC</i>	0,50	0,50	0,32	0,01	2,00
<i>MaxC</i>	3,33	2,50	1,58	1,50	9,00
<i>Dénomination</i>	0,10	0,02	0,26	0,01	2,00

La moyenne de *LCIQ* est 8,20 et sa médiane est 8,27. Son est 7,03 et son maximum est 9,42. *LPJ* possède une moyenne de 8,22, une médiane de 8,33. La valeur minimale de *LPJ* est 6.96 et la valeur maximale est 9,01. *MinC* commence à 0,01 et se termine à 2,00 tandis que *MaxC* couvre de 1,50 à 9,00. La *Dénomination* est de 0,01 à 2,00. Un appareil type pour le salon de jeux de Québec correspond donc à un appareil ayant une mise minimale d'environ 0,50, une mise maximale de 2,50 à 3,50, une dénomination de 0,02 à 0,10. Cet appareil type a des performances d'environ 8,20 pour chacun des indicateurs de performance *LCIQ* et *LPJ*. Il est important de noter que la valeur d'un crédit est d'une unité. Ainsi, une mise minimale de 0,50 est une mise minimale de 50 crédits.

Le Tableau 3 illustre le pourcentage de présence des caractéristiques sur l'ensemble des appareils du SdjQ, et ce pour chaque variable binaire et par palier, et montre la moyenne des performances, *CIQ* et *PJ*, des appareils pour chacune des caractéristiques.

Tableau 3 Statistiques descriptives des variables non continues de Québec

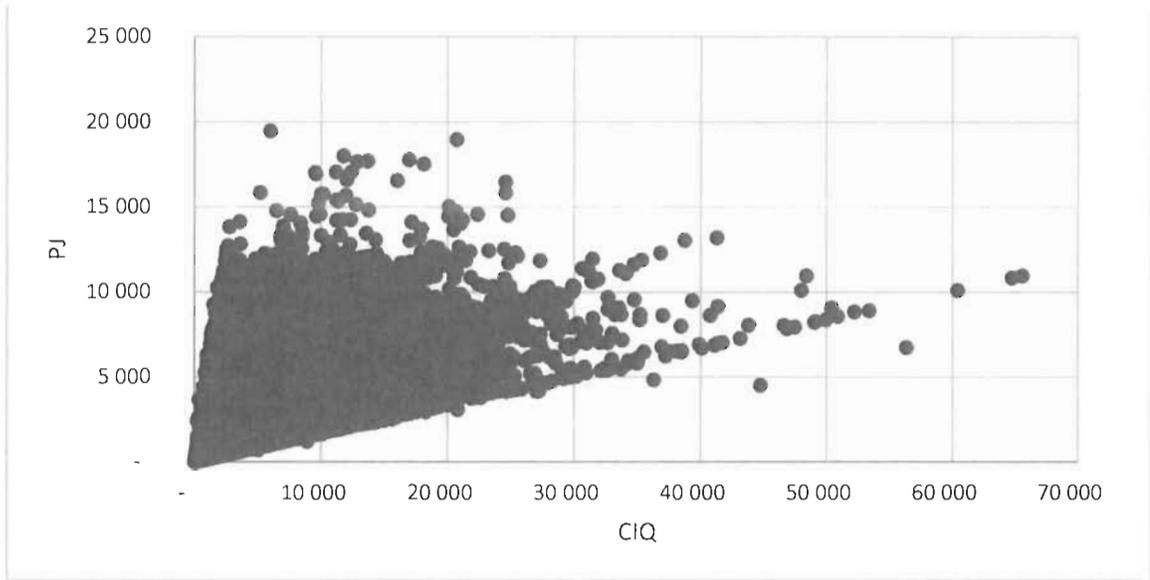
<i>Variable</i>	<i>Niveau</i>		<i>% de n</i>	<i>CIQ</i>	<i>PJ</i>
Position	Non optimale	0	72,82 %	8,07	8,07
	Position optimale	1	27,18 %	8,76	8,61
PRGSV	N'a pas de lot progressif	0	57,77 %	7,96	8,01
	Lot progressif	1	42,23 %	8,43	8,31
Rondes Bonus	N'a pas de Rondes Bonus	0	33,98 %	8,59	7,81
	Rondes Bonus	1	66,02 %	8,16	8,15
Multijeux	N'a pas de Multijeux	0	75,73 %	8,41	8,36
	Multijeux	1	24,27 %	7,80	7,81
Programme*	20 Groupes	0 — 19	0,97 % — 18,93 %	7,52-9,38	7,57-9,00
Langue	Français	0	13,11 %	7,90	8,00
	Anglais	1	86,89 %	8,50	8,38
	Bally	1	50,49 %	8,37	8,27
	WMS	2	27,67 %	8,46	8,43
Marque	IGT	3	3,88 %	7,80	7,79
	Konami	4	11,17 %	8,35	8,57
	Aristocrate	5	6,80 %	8,68	8,63

La position optimale représente 27,18 % de tous les appareils. Il y a une différence d'environ 0,60 entre les performances des appareils de position optimal et non-optimal. Un appareil ayant une position optimale est un appareil qui est localisé dans un endroit qui devrait engendrer une hausse de son utilisation ou de son *CIQ*, tel que près des allées centrales et près des attractions majeures (Lucas & Dunn, 2005). 42,23 % de tous les appareils ont un lot progressif, tandis que 66,02 % offrent des ronds bonus (*Rondes Bonus*). Les appareils ayant plusieurs jeux (*Multijeux*) représentent 24,27 % de tous les appareils de cette étude et il y a une différence notable d'environ 0,50 entre les appareils *Multijeux* et les appareils standards. Évidemment, chaque programme de jeux n'a pas pu être considéré individuellement en raison de limites expérimentales. Ainsi, cette étude a procédé à des regroupements en se basant sur des caractéristiques similaires, expliquant ainsi la différence dans le pourcentage de représentation. Le pourcentage de machines par groupe de programmes varie de 0,97% (groupe 0) à 18,93 % pour le groupe 19. Les performances moyennes de chacun des groupes varient de 7,52 à 9,38 pour le *LCIQ* et de 7,57 et 9,00 pour le *LPJ*. Pour des raisons de simplicité, la représentation de chaque groupe a été omise. Jusqu'à 87 % des appareils étudiés ont leur programme en anglais et seulement 13 % sont en français. Il y a une différence marquée des performances entre les appareils en français (*LCIQ* = 7,90 et *LPJ* = 8,00) et les appareils en anglais (*LCIQ* = 8,50 et *LPJ* = 8,38). Les *SdjQ* offrent cinq marques différentes à ses clients. La marque la plus représentée est *Bally* à environ 50 % de tous les appareils, suivi de *WMS* à plus de 25 %. *Konami*, *Aristocrate* et *IGT* représentent les appareils restants avec 22 % de l'échantillon pour ces trois marques.

5.2 CUEILLETTE DES DONNÉES

Cette section discute de la cueillette des données et de la filtration des données dans le but d'éliminer les données aberrantes. La Figure 2 représente les données recueillies au salon de jeux de Québec avant la filtration des données pour éliminer les données aberrantes. Le *CQ* varie de 0,70\$ à 65592\$ tandis que les *PJ* varient de 2 à 19457 parties jouées.

Figure 2 Représentation des données



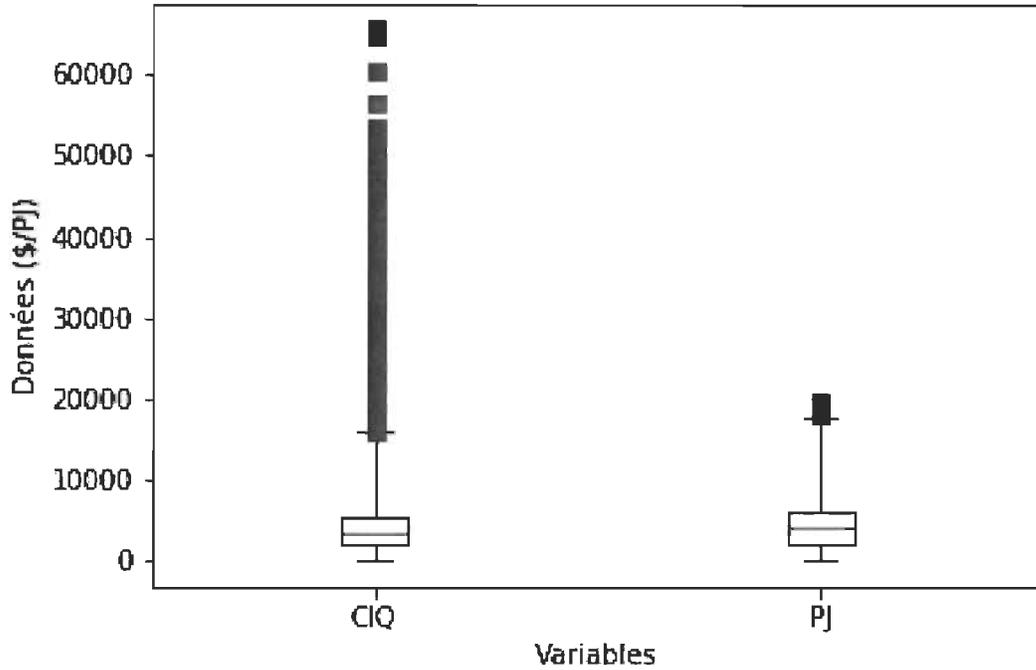
Le premier test qui est complété est le test interquartile, qui permet de générer l'intervalle 4.2. Le Tableau 4 résume les données du test interquartile pour les deux variables.

Tableau 4 Données du test interquartile

<i>Variables</i>	<i>Min</i>	<i>Q1</i>	<i>Q2</i>	<i>Q3</i>	<i>Max</i>	<i>Distance IQ</i>
<i>CIQ</i>	0,70	1 938	3 482	5 427	65 592	3 489
<i>PJ</i>	2	2 043	3 875	5 986	19 457	3 943

À l'aide des données du tableau, plus précisément la distance interquartile, il est possible de déterminer la plage de données acceptable pour les deux variables. Il s'agit de la plage $[0, 22\ 872]$ pour le *CIQ* et de la plage $[0, 17\ 815]$ pour les *PJ*, à $C = 5$ et $C = 3$ respectivement. Toutes les données à l'extérieur de ces plages sont éliminées. Ce test élimine 0,27% de l'ensemble des données. La Figure 3 présente le graphique illustrant le test interquartile pour les variables *CIQ* et *PJ*. Il est possible de distinguer sur ce graphique les quartiles 1, 2 et 3 ainsi que la plage acceptable pour chacune des variables.

Figure 3 Graphique du test interquartile



Le test de Grubbs permet de déterminer des valeurs aberrantes de façon à s’assurer que les données représentent bien la situation actuelle. Le test de Grubbs compare la valeur ayant le plus important écart par rapport à la moyenne de la distribution à un seuil limite, représentée par l’équation 4.3. Le processus est répété jusqu’à ce que l’ensemble des données satisfassent ce seuil. Le Tableau 5 présente les statistiques du test.

Tableau 5 Statistique du test de Grubbs

	<i>CIQ</i>	<i>PJ</i>
Moyenne	3 641	3 715
Écart-Type	2 108	2 081
Grubbs	5,33	5,33
Limite	5,33	5,33

Dans l’ensemble, ces deux tests ont décelé qu’environ 1,40 % de l’ensemble des données originales était aberrant.

5.3 ANALYSE DE RÉGRESSION MULTIPLE

Cette section présente les différentes étapes de la modélisation des performances du SdjQ de Québec. La modélisation du système consiste en une analyse de régression multiple des performances des appareils de jeux électroniques. Cette étude procède à l'analyse de deux modèles de régression multiples, contenant les mêmes variables indépendantes, mais ayant deux variables dépendantes distinctes, soit le *Coin-in Quotidien* dans le premier modèle et les *Parties Jouées* dans le second. Le choix de la régression multiple comme outil de modélisation est expliqué à la section 4. Les sous-sections 5.3.1 à 5.3.7 présentent les variables dépendantes, la transformation en log naturel, l'identification des variables indépendantes, les hypothèses de recherche, les modèles de régression, les résultats et la discussion.

5.3.1 VARIABLE DÉPENDANTE

La variable dépendante du premier modèle de régression multiple est le log naturel de la variable *Coin-in Quotidien*. Il est possible d'obtenir le *CIQ* en faisant la somme de l'ensemble des crédits misés au cours de la période d'échantillonnage et en divisant cette somme par le nombre de jours que l'appareil a été actif au cours de la période d'échantillonnage. Ce choix de variable est commun dans la littérature (Lucas & Dunn, 2005; Lucas et al., 2004). Les raisons qui expliquent l'utilisation du log naturel sont expliquées à la section 5.3.2.

La variable dépendante du second modèle est le nombre moyen de parties jouées quotidiennement, *PJ*, pour chacun des appareils de jeux électroniques. Cette variable modélise le niveau d'utilisation des appareils et permet de comprendre la relation entre les variables indépendantes et l'utilisation des appareils. Ainsi, il est possible de savoir quelles variables ont un impact sur le nombre de parties jouées. Le nombre moyen de parties jouées quotidiennement est obtenu en effectuant la somme de l'ensemble des parties qui sont jouées et en divisant cette somme par le nombre de jours que l'appareil a été actif au cours de la période d'échantillonnage.

5.3.2 TRANSFORMATION EN LOG NATUREL

La transformation en log naturel est une technique courante dans la littérature (Blattberg et al., 1995; Lucas & Dunn, 2005; Lucas & Roehl, 2002). Cela permet de normaliser la distribution, ce qui est nécessaire à la régression multiple. De ce fait, cela améliore la qualité de la régression, permet de comparer les résultats de la régression avec de nombreuses autres études et facilite la compréhension des résultats. Une transformation logarithmique naturelle améliore à la fois les statistiques d'asymétrie et de kurtosis pour la variable *CIQ*. Les résultats sont résumés dans le Tableau 6.

Tableau 6 Résultats de la transformation en log naturel.

<i>Variable</i>	<i>Asymétrie — avant</i>	<i>Asymétrie — après</i>	<i>Kurtosis — avant</i>	<i>Kurtosis — après</i>
<i>LCIQ</i>	0,90	-0,22	3,83	2,17
<i>LPJ</i>	0,21	-0,38	1,85	1,96

La statistique de l'asymétrie est passée de 0,90 à -0,22, ce qui représente une amélioration significative du modèle. L'asymétrie de la variable *PJ* est passée de 0,21 à -0,38 tandis que la valeur Kurtosis est passée de 1,85 à 1,96. La transformation n'est pas aussi concluante pour la variable *PJ* que pour le *CIQ*. Ainsi, la variable *PJ* est gardée dans son format original pour l'analyse de régression multiple. À la suite de la transformation, la valeur de kurtosis est de 2,17.

La Figure 4, Figure 5, la Figure 6 et la Figure 7 montrent les distributions des données des variables dépendantes, *CIQ* et *PJ*, avant et après la transformation en log naturel.

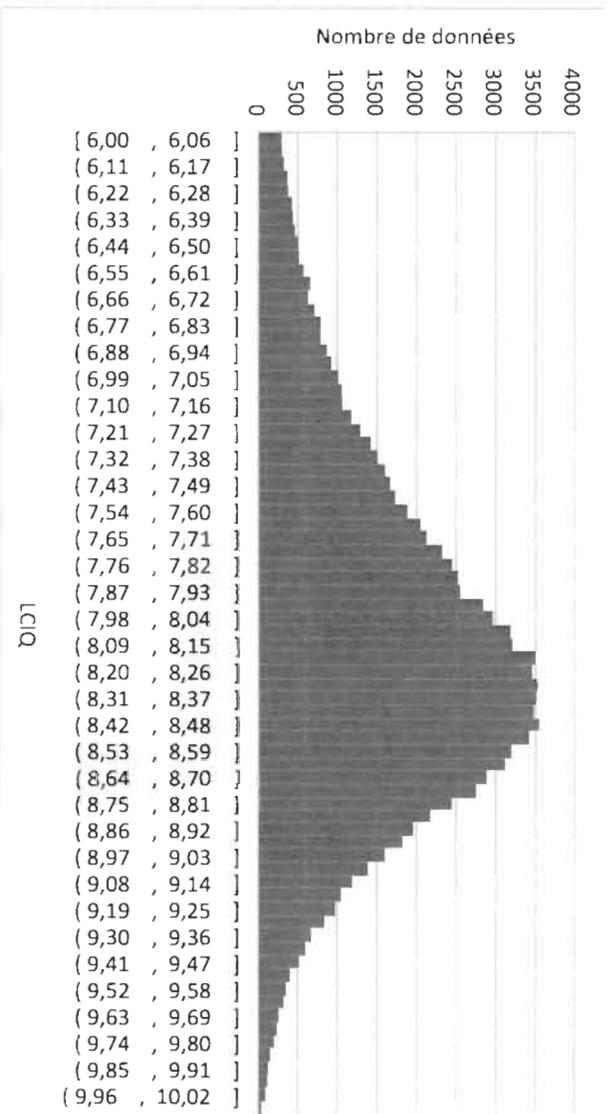


Figure 5 Distribution de LCIQ

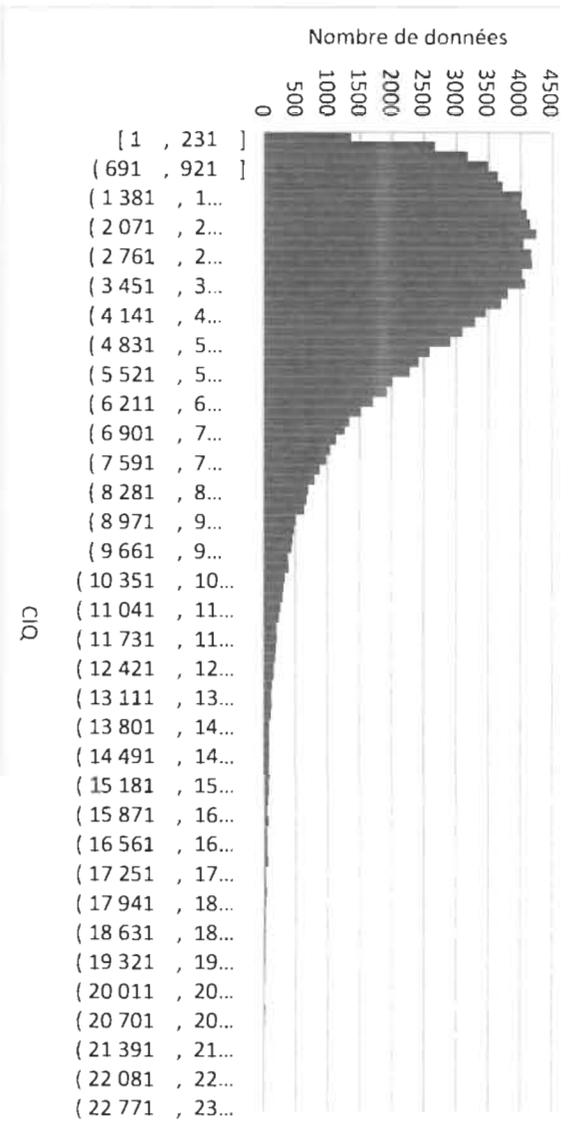


Figure 4 Distribution de CIQ

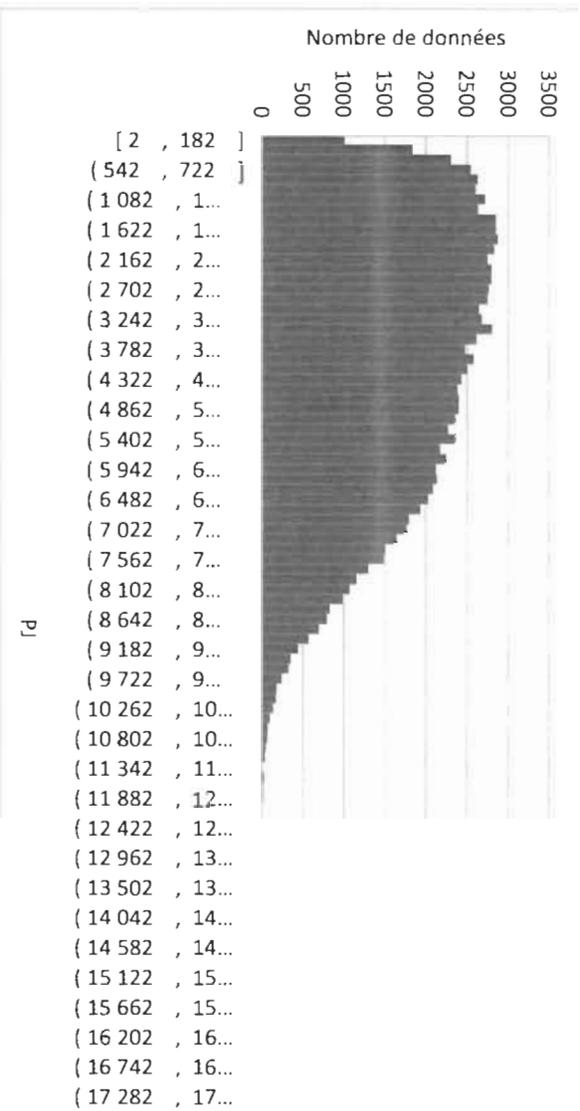


Figure 6 Distribution de PJ

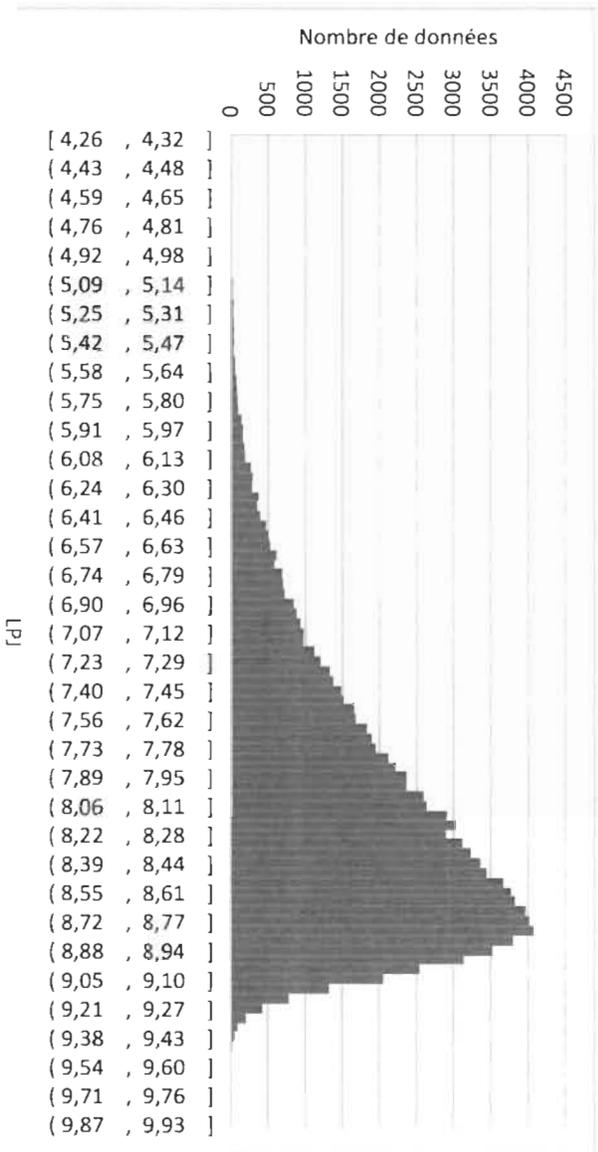


Figure 7 Distribution de LPI

Les distributions confirment que la variable LPI suit bien une loi normale de moyenne $N = 8,20$ et de variance $\sigma^2 = 0,749$, tandis que la transformation de la variable LPI ne suffit pas à normaliser la distribution.

5.3.3 IDENTIFICATION DES VARIABLES INDÉPENDANTES

Plusieurs caractéristiques des appareils de jeux électroniques ont été étudiées. Ces caractéristiques sont également présentes dans les SdjQ et il est donc important de bien comprendre leur apport sur les performances des appareils. En conséquence, les variables étudiées par la littérature qui sont présentes dans les SdjQ ont été incluses dans le modèle de régression multiple. Le Tableau 7 présente les variables utilisées dans le modèle de régression multiple qui est à l'étude. Le modèle permettra de modéliser l'impact des variables individuelles des appareils sur leurs performances. Il est à noter que l'unité pour les variables *MinC*, *MaxC* et *Dénomination* est le *Coin-in*.

Tableau 7 Modèle de régression des performances individuelles

<i>Nom des variables</i>	<i>Hypothèse</i>	<i>Type de réponse</i>	<i>Description</i>	<i>Type de variable</i>
Coin-in Quotidien		Dépendante	Performance moyenne par unité et par jour pour la période d'échantillonnage en nombre de crédits misés	Continue
Parties Jouées		Dépendante	Performance moyenne par unité et par jour pour la période d'échantillonnage en nombre de parties jouées	Continue
Programme	H1	Indépendante	Groupes de jeux partageant des caractéristiques similaires	Pallier [0,19]
Lot Progressif Multijeu	H2	Indépendante	Machine offrant un lot progressif	Binaire
Rondes Bonus	H3	Indépendante	La machine à sous est une machine à Multijeu	Binaire
Position	H4	Indépendante	Machine offrant des Rondes Bonus	Binaire
MinC	H5	Indépendante	La machine est située dans un endroit avantageux	Binaire
MaxC	H6	Indépendante	Mise minimale que la machine accepte	Quasi continue [1 200]
Dénomination	H7	Indépendante	Mise maximale que la machine accepte	Quasi continue [150, 900]
Langue	H8	Indépendante	Valeur de chaque crédit misé d'une machine à sous	Quasi continue [1 200]
Marque	H9	Indépendante	Langue du programme de la machine à sous	Binaire
	H10	Indépendante	Marque des machines	Pallier [1,5]

Il est à noter que plusieurs autres variables auraient pu être étudiées dans ce modèle. Des variables telles que le service aux machines à sous et le service général offert peuvent avoir un impact sur les performances individuelles des appareils de jeux électroniques. Cependant, le service aux machines à sous demeure très stable d'une journée à l'autre, d'une machine à sous à l'autre. En effet, le nombre d'employés en fonction sur le plancher de jeux évolue en fonction de l'achalandage. Ainsi, l'impact du service aux appareils et du service en général devrait être limité ou nul. Bien que l'ambiance, la facilité de navigation, le confort du siège, le décor intérieur et la propreté soient connus pour avoir un impact sur le désir de rester et l'intention de revisiter une installation de jeux (Kralj & Solnet, 2010; Lam et al., 2011), ces caractéristiques ne sont pas liées aux performances individuelles d'une MAS. Elles sont davantage liées à l'établissement lui-même et à la satisfaction de la clientèle. Pour ces raisons, le niveau de service général et le niveau de service aux machines à sous n'ont pas été retenus. Considérant que les établissements de jeux québécois n'utilisent pas d'arômes sur leur plancher de jeux, l'impact des odeurs ambiantes n'est pas considéré.

La clarté des instructions peut également avoir un impact sur les performances individuelles des MAS. En effet, les clients sont plus susceptibles de jouer à un jeu qui est facile à comprendre qu'un jeu difficile (Liu & Wan, 2011). Pour cette raison, les établissements de jeux créent généralement une feuille d'instructions pour tous les appareils et la fournissent à côté de la machine pour permettre aux clients de bien comprendre chaque jeu. Ainsi, cette recherche ne considère pas qu'il y ait des différences suffisantes au niveau de la clarté des instructions pour inclure cette variable.

Le niveau sonore des appareils de jeux est une autre variable qui pourrait avoir une influence significative sur les performances des appareils et sur le comportement des clients (Brevers et al., 2015; Noseworthy & Finlay, 2009). En général, le niveau sonore demeure stable sur l'ensemble du plancher de jeux, puisque les appareils ont tous les mêmes paramètres au niveau du son. De cette explication, le niveau sonore des appareils de jeux ne sera pas traité dans cette étude. Par ailleurs, les arômes et les odeurs auraient également pu être étudiés dans cet article. Plusieurs études ont montré que les arômes ambiants ont un impact sur les consommateurs qui fréquentent les établissements de jeux

(Hirsch, 1995; Roxanaa & Ioan, 2013). Considérant que les établissements de jeux québécois n'utilisent pas d'arômes sur leur plancher de jeux, l'impact des odeurs ambiantes n'est pas considéré.

5.3.4 HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

La revue de littérature permet de connaître les effets de plusieurs variables sur les performances de différents casinos. Cependant, les résultats de la littérature ne peuvent être transposés de ces établissements à ceux des SdjQ, compte tenu de la différence importante du modèle d'affaires. En effet, les SdjQ n'ont pas de croupiers ni de tables de jeux, poker ou blackjack, qui favorisent la mise en place de la *FST* ou du *Spillover Effect*. Ainsi, cette recherche développe des hypothèses afin de comparer le comportement de ces variables à travers les deux modèles de gestion. Les hypothèses de recherches de ce modèle sont présentées ici-bas.

Il est important de préciser que cette étude assume que le comportement des clients des SdjQ est conforme à celui des casinos traditionnels. Ainsi, les variables qui sont importantes pour les casinos devraient, à certains niveaux, l'être également pour les SdjQ.

Le modèle de régression multiple des performances individuelles des appareils de jeux électroniques comprend 10 variables indépendantes. Toutes les variables incluses dans ce modèle peuvent être influencées par les choix de l'équipe de gestion de SdjQ. Ultimement, l'objectif de l'équipe de gestion est de choisir la meilleure combinaison possible de jeux et de fonctionnalités à déployer sur le plancher de jeux. L'analyse de régression multiple devrait aider le processus de prise de décision des SdjQ en fournissant des informations utiles sur le comportement des appareils de jeux et de leurs caractéristiques.

Tout d'abord, cette étude s'attend à ce que certains programmes aient de meilleures performances que d'autres. Bien que la majeure partie de la littérature se concentre sur les caractéristiques des jeux, cette recherche considère que, étant donné un même ensemble de caractéristiques, un jeu peut être plus populaire qu'un autre. Par exemple, une MAS basée sur une série télévisée populaire pourrait attirer plus de clients et devrait être évaluée en conséquence. De plus, selon la recension des écrits, certaines caractéristiques offrent de meilleures performances que d'autres. Il est important de noter que toutes les hypothèses

sont basées sur le même modèle, c'est-à-dire que la variable étudiée a un effet significatif sur les deux variables dépendantes.

H1 : Le *Programme* de l'appareil a un effet significatif sur les performances individuelles des machines.

Les variables *PRGSV* (lot progressif) et *Multijeux* sont également incluses dans ce modèle. Ces caractéristiques devraient avoir un impact sur les performances des MAS. Même si les machines *Multijeux* contiennent 6, 12, 13 ou 14 jeux différents, cette étude considère la performance de tous les programmes comme un ensemble, car les programmes ne peuvent pas être séparés les uns des autres. Chaque sous-ensemble de machines *Multijeux* contient exactement les mêmes groupes de jeux. Par conséquent, peu importe les programmes qui se déroulent dans le groupe, seul le nombre *Coin-in Quotidien* a été pris en compte dans cette étude.

H2 : Il existe une relation positive entre les variables dépendantes et le fait que la machine possède un lot progressif.

H3 : Il existe une relation négative entre les appareils ayant plusieurs jeux (*Multijeux*) et les performances des appareils.

Les jeux offrant des parties bonus en récompense aux joueurs n'ont pas été explicitement étudiés. Or, une fonctionnalité similaire, nommée *Game-Within-a-game*, peut être considérée comme une correspondance équivalente. Ainsi, des résultats similaires à ceux de la littérature sont attendus. Cette recherche étudie l'effet des rondes bonus sur la performance des MAS.

H4 : Il y a une relation positive et significative entre les performances individuelles des machines électroniques de jeux et le fait d'offrir des rondes de jeu bonus en tant que récompense.

La conclusion générale est que la position et la microlocalisation d'une machine à sous affectent ses performances. Les machines situées près d'une allée importante, à l'intérieur d'un îlot de machines ou près d'une table de jeux, démontrent de meilleurs résultats que les machines ne bénéficiant pas de ces positions (Yi & Busser, 2008).

H5 : La position et la microlocalisation des machines ont un impact sur les performances des machines.

La mise minimale représente le montant minimal de crédits qu'une machine accepte pour une seule mise.

H6 : Il y a une relation positive entre la mise minimale qu'une machine peut accepter et ses performances journalières.

La mise maximale est l'opposé exact de la mise minimale en tant que montant maximal qu'une machine accepte pour une seule mise.

H7 : Il y a une relation positive entre la mise maximale qu'une machine peut accepter et ses performances journalières.

La dénomination correspond à la valeur de chaque crédit. Dans le cas des SdjQ, la valeur de la dénomination varie de 0,01 \$ à 2,00 \$

H8 : La dénomination a un impact positif et significatif sur les performances journalières des machines à sous.

La langue officielle au Québec est le français et la majorité des appareils des SdjQ sont dotés d'un système d'exploitation en anglais, ce qui pourrait mener à une différence dans l'utilisation de ces appareils. Une différence dans les performances est attendue entre les appareils ayant leur programme en français et ceux ayant leur programme en anglais.

H9 : La langue de l'appareil de jeux électronique a un impact sur les performances quotidiennes. La langue française sert de langue de base pour cette étude.

La marque des appareils peut avoir un impact sur les performances individuelles d'une MAS. En effet, certaines marques offrent des caractéristiques que les clients peuvent particulièrement aimer ou non. Les SdjQ offrent cinq marques différentes à sa clientèle.

H10 : La marque de l'appareil a un effet sur ses performances journalières.

Les analyses de régression multiple permettront d'accepter ou de rejeter les hypothèses de recherches précédentes.

5.3.5 RÉSULTATS ET DISCUSSION POUR LE *LCIQ*

L'analyse de régression linéaire est évaluée au niveau de signification $\alpha = 0,05$. Le logiciel SPSS (version 23.0) et Minitab 17 ont été utilisés pour exécuter l'analyse. Le R^2 ajusté est de 90,80 % et la valeur F (66,23) est significative à α , également indiqué par la valeur de p ($p < 0,001$, dl = 31). L'équation de la régression multiple est illustrée en 5.1.

$$\begin{aligned} LCIQ = & 8,660 + 0,372MinC + 0,0456MaxC - 0,0019Dénomination - \\ & 0,0156Position + 0,0625PRGSV - 0,1590Ronde Bonus + \\ & 0,2380Programme2 - 0,1780Programme3 - 0,2900Programme4 - \\ & 0,3360Programme5 - 0,3250Programme6 - 0,3940Programme7 - \\ & 0,402Programme8 - 0,473Programme9 - 0,527Programme10 - \\ & 0,481Programme11 - 0,580Programme12 - 0,625Programme13 - \\ & 0,601Programme14 - 0,871Programme15 - 0,959Programme16 - \\ & 1,205Programme17 - 1,167Programme18 - 1,454Programme19 + \\ & 0,0515 Français - 0,0695Bally - 0,0315IGT + 0,1100Konami + 0,0550WMS \end{aligned} \quad (5.1)$$

Une analyse du facteur d'inflation de la variance (VIF) sur la variable *Multijeux* indique un problème de multicolinéarité avec certains groupes de la variable *Programme* (groupes #10, #18 et #19). Ainsi, la variable *Multijeux* a été éliminée du modèle de régression pour obtenir un modèle qui correspond mieux au modèle de régression des performances individuelles des MAS. De plus, *Multijeux* ne produit pas d'effet significatif sur la variable dépendante (*LCIQ*) (p-value = 0,789).

La multicolinéarité indique que deux variables ou plus sont fortement corrélées. Ainsi, une seule variable est nécessaire pour obtenir une bonne prévision du modèle. Un modèle de régression linéaire ayant une forte multicolinéarité peut donner une bonne prévision du modèle, mais ne fournit pas de résultats valables lorsqu'il s'agit de prédicteurs individuels. Aucune multicolinéarité n'est détectée pour l'ensemble des variables restantes.

Une analyse de la variance (ANOVA) permet de déterminer la contribution de chaque variable. Le Tableau 8 montre les données utilisées lors de l'analyse de la variance, soit la somme des carrés, le nombre de degrés de libertés (ddl), le carré moyen, la contribution le F-value et le p-value.

Tableau 8 Analyse de la variance pour *LCIQ*

Variable	Sommes des carrés	ddl	Carré moyen	Contribution (%)	F-Value	P-Value
MaxC	0,4806	1	0,48056	22,79	16,66	0,000
MinC	0,6342	1	0,63423	31,60	21,99	0,000
Dénomination	0,1563	1	0,15632	6,91	5,42	0,021
Programme	12,5103	19	0,65844	29,67	22,83	0,000
PRGSV	0,064	1	0,064	0,18	2,22	0,138
Rondes Bonus	0,317	1	0,31698	0,55	10,99	0,001
Marque	0,2721	4	0,06802	0,42	2,36	0,055
Régression	59,7768	28	2,13489	92,13	74,03	0,000
Erreur	5,1043	177	0,02884	7,87		
Manque d'ajustement	3,6857	82	0,04495	5,68	3,01	0,000
Erreur Pure	1,4187	95	0,01493	2,19		

La mise minimale est la variable la plus importante parmi toutes les variables du modèle, selon sa contribution de 31,6 %. Le *programme* suit la *MinC*, en tant que seconde variable la plus importante du modèle grâce à sa contribution de 29,67 %. La troisième variable la plus importante est la mise maximale (*MaxC*) avec une contribution de 22,79 %. Les variables *Dénomination*, *Rondes Bonus* et *PRGSV* terminent le classement grâce à une contribution respective de 6,91 %, 0,55 %, 0,42 %, et 0,18 %. L'ensemble des variables a une contribution totale de 92,13 % à la régression.

Le manque d'ajustement (Lack-of-fit) représente 5,68 %, et l'erreur pure (pure error) atteint 2,19 %. Ces faibles taux indiquent qu'aucune variable importante n'a été oubliée. L'erreur pure correspond à un comportement purement aléatoire de la variable dépendante. Il s'agit d'une bonne indication que le comportement des appareils de jeux électroniques est prédictible, peut être modélisé et contrôlé.

Les trois variables les plus importantes (*MinC*, *Programme*, *MaxC*) représentent environ 84 % de la contribution (variance) sur le modèle. Le seuil typique pour considérer un modèle robuste est fixé à plus de 90 %. Ainsi, il suffit d'inclure la 4e variable, la *Dénomination*, pour atteindre ce seuil.

Le Tableau 9 présente les résultats de la régression multiple ainsi que les valeurs de F et de p (F-value, p-value) pour chaque variable.

Tableau 9 Résultats détaillés de la régression linéaire de *LCIQ* à Québec

Variable	F-Value	P-value	Niveau	Coefficient bêta	Coef. ES
Constante			-	8,6600	0,1810
MinC	22,12	0,000	-	0,3720	0,0792
MaxC	15,82	0,000	-	0,0456	0,0115
Dénomination	4,90	0,028	-	-0,0019	0,0865
Position	0,17	0,683		-0,0156	0,0382
PRGSV	2,50	0,045	1	0,0625	0,0404
Rondes Bonus	5,77	0,017	1	-0,1590	0,0662
Programme	17,82	0,000	[2, 3, 4]	[0,2380, -0,1780, -0,2900]	[0,1620, 0,1510, 0,1510]
			[5, 6, 7]	[-0,3360, -0,3250, -0,3940]	[0,1520, 0,1500, 0,1570]
			[8, 9, 10]	[-0,4020, -0,4730, -0,5270]	[0,1570, 0,1680, 0,1610]
			[11, 12, 13]	[-0,4810, -0,5800, -0,6250]	[0,1700, 0,1810, 0,1680]
			[14, 15, 16]	[-0,6010, -0,8710, -0,9590]	[0,1830, 0,1620, 0,1650]
			[17, 18, 19]	[-1,2050, -1,1670, -1,4540]	[0,1760, 0,1770, 0,1760]
Langue	0,72	0,399	Français	0,0515	0,0609
Marque	2,46	0,047	[Bally, IGT]	[-0,0695, -0,0315]	[0,0445, 0,0929]
			[Konami, WMS]	[0,110, 0,0550]	[0,0595, 0,0795]

La *position* des appareils n'affecte pas la variable dépendante (p-value = 0,683), ce qui est surprenant étant donné que ce n'est pas tout à fait en accord avec la littérature. Une analyse plus approfondie de cette variable est fournie dans la section discussion.

Les variables continues *MaxC* (p-value <0,001) et *MinC* (p-value <0,001) ont un effet positif et significatif sur le *LCIQ*. Des deux variables, la *MinC* a un plus grand impact sur le *LCIQ*, comme le montrent leur valeur F (22,12 vs 15,82) et le coefficient bêta (0,372 vs 0,046). L'hypothèse nulle ne peut pas être acceptée pour la variable *Dénomination* (p-value = 0,028). Le p-value et le coefficient bêta indiquent une relation significative mais négative entre la dénomination et la variable dépendante. La variable *Programme* a un effet significatif sur les performances des appareils. Considérant que le premier groupe a servi de base à la régression, seulement le second groupe produit un effet positif. Tous les autres ont un effet négatif par rapport à la ligne de base. L'hypothèse nulle est donc rejetée pour la variable *Programme* (p-value <0,001). La variable *PRGSV* produit un impact positif et significatif sur la variable dépendante (p-value = 0,045). Ce résultat est surprenant, car il n'est pas conforme à la littérature. La variable *Rondes Bonus* a un effet négatif, mais significatif sur la variable dépendante *LCIQ* avec un coefficient bêta de -0,159 et une valeur p de 0,017. Ainsi, l'hypothèse nulle est rejetée. La valeur négative du coefficient bêta est

discutée plus en détail dans la section discussion. Les marques des appareils ont un effet significatif sur la variable dépendante. *Bally* a servi de base à la régression. En comparaison à la marque de base, les deux seules marques qui produisent un effet positif sur le LCIQ sont *Konami* et *Aristocrate*, mais elles ne représentent qu'environ 17 % des appareils sur le plancher de jeux. *WMS* et *IGT* ont une relation négative avec les performances individuelles des appareils à nouveau par rapport à la base de référence. Enfin, *Konami* offre la meilleure performance de toutes les marques alors que *WMS* est la marque ayant les pires performances.

Les résultats de la régression montrent une légère différence du comportement de certaines variables par rapport aux conclusions de la littérature des casinos. Bien que la plupart des hypothèses s'avèrent véridiques, cette différence justifie de procéder à une analyse plus approfondie des résultats.

Les résultats de l'analyse de régression multiple indiquent que les performances des MAS sont influencées par le *programme* et les caractéristiques telles que les *Rondes Bonus*, le *PRGSV*, la *Marque*, la *MinC*, la *MaxC* et la *Dénomination*. Les variables *Multijeux*, *Position* et *Langue* n'ont aucun impact sur les performances des MAS.

Il semble que le choix du *programme* soit d'une importance capitale. En effet, il s'agit du facteur le plus important (F-value = 23,15). D'autres études sur les préférences des clients et l'achalandage des établissements de jeux pourraient aider à choisir l'ensemble optimal de programmes à offrir à la clientèle.

La position et la microlocalisation des MAS (*Position*) n'améliorent pas la prévision du *CIQ*. Les appareils situés près d'une allée ou à l'intérieur d'une banque de machines ne montrent pas de meilleurs résultats que les jeux situés ailleurs sur le plancher de jeux. Ces résultats ne soutiennent pas la théorie du *Spillover Effect* selon laquelle des zones distinctes, où il y a un buzz, génèrent plus d'engouement et un volume d'affaires plus élevé. Cependant, le SdjQ de Québec fonctionne à plein rendement pendant de longues périodes au cours de la semaine. Ainsi, les clients peuvent être obligés de choisir la première MAS disponible plutôt que d'attendre qu'une MAS plus à leur goût se libère. Par conséquent, le fait d'être à plein rendement peut enrayer tout impact positif d'un bon positionnement.

La variable *PRGSV* est significative et a un coefficient bêta positif. Ce résultat est différent des conclusions de la littérature des casinos, bien que ce résultat soit en accord avec l'intuition du personnel de direction des SdjQ. Là encore, une explication possible peut résider dans le fait que le SdjQ fonctionne à plein rendement pendant de longues périodes au cours de la semaine. Le principal inconvénient d'un lot progressif est quand le jackpot vient d'être gagné. Il y a peu ou pas d'incitation à jouer à une telle machine à ce moment. Cependant, si c'est le seul appareil disponible, un client peut choisir de jouer plutôt que d'attendre.

La variable *Rondes Bonus* affecte le modèle, mais son effet est négatif. Ce résultat est surprenant, car, intuitivement, cette caractéristique est étroitement liée à la caractéristique *Game-Within-a-Game* de la littérature qui a montré avoir un effet positif et significatif sur les performances des machines à sous (Lucas et al., 2004). La seule explication possible pour concilier cette conclusion avec la littérature des casinos est que, tout en étant des MAS populaires, les rondes supplémentaires diminuent le ratio de *Coin-in* misé par heure d'ouverture. Le nombre moyen de parties jouées par les MAS offrant des rondes bonus supporte cette explication. Il y a presque deux fois plus de parties jouées sur ces MAS que les machines n'en donnant pas.

La *Mise minimale* a un impact important sur le modèle. Il s'agit de la deuxième variable la plus importante, selon la valeur F de 19,83. Une augmentation de 1 % de la *MinC* pourrait entraîner une augmentation de 1300 crédits. La *MinC* a donc le potentiel d'améliorer les performances du SdjQ. Typiquement, l'approche principale consiste à augmenter le nombre de visiteurs. Cependant, compte tenu de la situation du SdjQ de Québec (fonctionnement à plein rendement), l'augmentation de la mise minimale moyenne pourrait être justifiée. Cependant, il y a d'autres considérations, tel que le montant moyen dépensé par visite et le coût moyen de l'aire de jeux pour jouer une partie, avant de recommander une telle action (Chevalier et al., 2004; Chevalier & Papineau, 2007). Ainsi, cette recherche recommande de mettre l'accent sur une augmentation du nombre de visiteurs, particulièrement en début de semaine grâce à des promotions et activités, sur une augmentation du nombre de zones d'agglomération de clients à des endroits précis (clusters) plutôt que sur une modification de la mise minimale moyenne.

L'hypothèse nulle est rejetée concernant la mise maximale. Cette variable n'a pas le même impact sur le modèle que la *MinC*, mais reste la troisième plus importante. La régression indique que lorsque la *MaxC* augmente, le *CIQ* augmente. Ces résultats soutiennent le fait qu'il existe un groupe de joueurs qui préfèrent jouer avec des mises élevées. Encore une fois, il serait intéressant de connaître la limite de cette variable.

La *Dénomination* a un effet significatif, quoique faible, sur la variable dépendante. Ce résultat indique que les joueurs prennent en compte la dénomination lorsqu'ils choisissent un appareil, mais cela a peu d'effet sur le modèle global. Comme anticipé, la *langue* des appareils n'a pas d'impact sur ses performances étant donné que toutes les machines ayant leur programme en anglais possèdent une feuille d'instruction détaillée en français.

5.3.6 RÉSULTATS ET DISCUSSION POUR LES *PJ*

Ce second modèle de régression multiple a pour objectif de comprendre l'impact des variables sur le nombre de parties jouées quotidiennement par les appareils de jeux électroniques. Les variables indépendantes demeurent les mêmes que celles du premier modèle. Le R^2 ajusté est de 80,96 % et la valeur de F est de 29,25, ce qui est significatif au niveau α (p-value < 0,001, dl = 32).

$$\begin{aligned}
 PJ = & 10671 - 2040MinC + 20,2MaxC - 4,95Dénomination + \\
 & 138Position + 1226PRGSV - 751Ronde Bonus - \\
 & 1645Programme2 - 3068Programme3 - 2274Programme4 - \\
 & 2100Programme5 - 2719Programme6 - 2914Programme7 - \\
 & 1718Programme8 - 2315Programme9 - 3013Programme10 - \\
 & 3844Programme11 - 2779Programme12 - 3002Programme13 - \\
 & 3381Programme14 - 3632Programme15 - 3793Programme16 - \\
 & 4192Programme17 - 5248Programme18 - 5153Programme19 + \\
 & 73 Français - 2350Bally - 1106IGT + 165Konami - 801WMS
 \end{aligned}
 \tag{5.2}$$

L'analyse de la variance permet de déterminer la contribution de chaque variable. Le Tableau 10 montre, pour chaque variable, la somme des carrés, le nombre de degrés de libertés (ddl), le carré moyen, la contribution le F-value et le p-value.

Tableau 10 Analyse de la variance pour LPJ

Variable	Sommes des carrés	ddl	Carré moyen	Contribution (%)	F-Value	P-Value
MaxC	112 117	1	112 117	2,56	0,15	0,696
MinC	22 177 253	1	22 177 253	0,63	30,21	0,000
Dénomination	828 321	1	828 321	19,46	1,13	0,290
Programme	125 973 174	19	6 630 167	43,27	9,03	0,000
PRGSV	10 771 942	1	10 771 942	0,18	14,67	0,000
Rondes Bonus	1 567 926	1	1 567 926	0,00	2,14	0,146
Marque	86 673 644	4	21 668 411	11,76	29,52	0,000
Langue	141 562	1	141 562	1,10	0,19	0,661
Position	400 364	1	400 364	3,49	0,55	0,461
Régression	607 554 690	30	20 251 823	82,46	27,96	0,000
Erreur	129 194 952	176	734 062	17,54		
Manque d'ajustement	122 810 901	81	1 516 184	16,67	29,52	0,000
Erreur Pure	6 384 052	95	67 201	0,87		

Le contributeur le plus important est le *Programme*, avec une contribution d'environ 44 %. La deuxième variable ayant la plus forte contribution est la *Dénomination*, ce qui est surprenant considérant que cette variable n'est pas significative au niveau alpha α . Le manque d'ajustement (lack-of-fit) est la troisième variable la plus importante au niveau de la contribution, à environ 19 %. Cela signifie qu'il y a des variables manquantes qui pourraient expliquer la variance de la variable dépendante. La quatrième variable est la *Marque* des appareils, à 11,76 % de contribution. Les variables restantes (*Position*, *MaxC*, *Langue*, *PRGSV*, *Pure Error*, *MinC* et *Rondes Bonus*) ont une contribution de 8,83 %. Toutes les variables ont une contribution totale de 83,55 %.

L'analyse de régression multiple sur les *PJ* en tant que variable dépendante montre que les variables étudiées ont un comportement similaire dans chacun des modèles. Par conséquent, le modèle de programmation par but sélectionne les mêmes variables pour créer les catégories uniques d'appareils de jeux électroniques. Les catégories sont composées à partir des variables suivantes : *Programme*, *Dénomination*, *Mise minimale*, *Mise maximale*, *Ronde Bonus*, *Lot Progressif*, et *Multijeux*. Les 331 appareils sont ainsi divisés en 135 catégories différentes.

Il est important de noter que la position des appareils sur l'aire de jeux est non significatif dans chacun des modèles de régression multiple présentés dans ce chapitre. Ainsi, cette variable n'est pas considérée dans le cas d'application réelle. Étant donné que la position et la microlocalisation des appareils n'affectent pas leurs performances, la fonction objectif et les contraintes du modèle ont été simplifiées en conséquence.

Tableau 11 Résultats détaillés de la régression linéaire de *PJ* à Québec

<i>Variable</i>	<i>F- Value</i>	<i>P- value</i>	<i>Niveau</i>	<i>Coefficient bêta</i>	<i>Coef. ES</i>
Constante	-	0,000	-	10 671	808
MinC	28,69	0,000	-	-2040	381
MaxC	0,14	0,711	-	20,2	54,6
Dénomina- tion	1,52	0,219	-	-4,95	4,01
Position	0,58	0,448	1	138	182
PRGSV	28,93	0,000	1	1226	228
Ronde Bonus	7,14	0,008	1	-751	281
Programme	9,23	0,000	[2, 3, 4]	[-1645, -3068, -2274]	[770, 713, 680]
			[5, 6, 7]	[-2100, -2719, -2914]	[666, 684, 701]
			[8, 9, 10]	[-1718, -2315, -3013]	[724, 728, 693]
			[11, 12, 13]	[-3844, -2779, -3002]	[709, 760, 827]
			[14, 15, 16]	[-3381, -3632, -3793]	[753, 823, 732]
			[17, 18, 19]	[-4192, -5248, -5153]	[732, 777, 749]
Langue	0,06	0,803	Français	73	292
Marque	31,37	0,000	[Bally, IGT, Konami, WMS]	[-2350, -1106, 165, - 801]	[337, 502, 417, 334]

Une analyse du facteur d'inflation de la variance (VIF) sur la variable *Multijeux* indique encore une fois un problème de multicolinéarité avec certains groupes de *Programmes* (groupes #10, #18 et #19) ainsi que la variable *Dénomination*. La variable *Multijeux* a été éliminée du modèle de régression.

Le programme des appareils influence le nombre de parties jouées, telles que montré par le p-value (p-value < 0,001). L'influence varie entre -5705 et 0, montrant l'importance marquée de cette variable. Le groupe ayant la plus forte influence positive est le groupe ayant servi de base (groupe 1). Ces résultats rappellent l'importance de trouver l'ensemble optimal des appareils de jeux électroniques (caractéristiques, et fonctionnalités) afin

d'augmenter les performances (*Coin-in Quotidien* et *Parties Jouées*) de l'ensemble d'appareils actuel. La position des appareils sur l'aire de jeux n'influence pas leur niveau d'utilisation, tel que montré par le p-value et le F-value. (p-value = 0,448, F-value = 0,58).

La caractéristique *PRGSV* (p-value < 0,001) a une influence positive sur la variable dépendante. Ce résultat diffère de celui du premier modèle de régression multiple. La *MinC* (p-value < 0,001, F-value = 68,04 et coefficient bêta = -2040) a un impact significatif, mais négatif sur le nombre de parties jouées quotidiennement. Ainsi, plus la *MinC* est élevée, moins il y a de parties jouées, ce qui n'est pas surprenant. Chaque augmentation de 1 unité de la *MinC* se traduit par une diminution moyenne de 2040 parties jouées quotidiennement. La *MaxC* n'a pas le même effet sur l'utilisation de l'appareil, puisque cette variable est non-significative (p-value = 0,711).

La caractéristique *Rondes Bonus* (p-value=0.008) a un effet significatif, mais négatif sur le nombre quotidien de parties jouées, ce qui est surprenant. Il semble que cette caractéristique ne soit pas aimée par la clientèle, considérant son impact négatif sur les *PJ* et le fait que cette variable n'ait pas d'impact significatif sur le *CIQ*.

5.3.7 CONCLUSION

Les résultats des régression multiples aident à comprendre les relations complexes existantes entre les variables indépendantes (programmes et caractéristiques des appareils de jeux électroniques) et dépendantes (performances). Cela fournit des informations vitales pour l'équipe de direction des SdjQ. Grâce à ces informations, un modèle d'optimisation pour maximiser les performances des SdjQ peut être établi. Parmi les résultats les plus intéressants, il est à noter que les SdjQ devraient envisager de réduire le nombre d'appareils offrant des rondes en bonus aux clients puisque leur présence sur le plancher de jeux réduit le volume d'affaires de l'ensemble d'appareils.

La contribution de la variable *Programme* est importante et l'équipe de direction des SdjQ devrait se concentrer sur la détermination du mixte optimal de programmes à déployer sur le plancher de jeux puisque le choix du programme est l'un des deux plus importants contributeurs aux performances des MAS. Le revenu quotidien pourrait être facilement amélioré en remplaçant certains groupes de programmes qui sous-performent

nettement. Par exemple, le groupe 19 qui est de loin le groupe le plus représenté sur le plancher de jeux (18,93 %) offre des performances médiocres et pourrait être partiellement remplacé par de meilleurs appareils dans un court délai.

Cette étude recommande à la direction des SdjQ de se concentrer sur la détermination du mixte optimal d'appareils (programmes et caractéristiques) à offrir sur le plancher de jeux en se basant sur plus d'un indicateur de performance. Bien que l'augmentation du volume d'affaires soit l'objectif principal de la plupart des établissements de jeux, le SdjQ doit également tenir compte du nombre de parties jouées comme mesure de performance.

Les résultats des analyses de régression multiple sont limités aux installations de jeux exploitant uniquement des appareils de jeux électroniques. Bien que les valeurs des coefficients bêta peuvent ne pas représenter la contribution exacte des variables sur la performance des MAS (Churchill, 1995), cela fournit des informations utiles qui peuvent être utilisées pour améliorer le processus de prise de décision des SdjQ. De plus, les SdjQ peuvent valider l'exactitude du coefficient bêta en comparant leurs valeurs aux valeurs réelles obtenues après les changements.

6 OPTIMISATION

Cette section présente le modèle d'optimisation développée pour répondre à la problématique identifiée au chapitre 2. Le modèle comprend deux objectifs différents. La 6.1 présente le modèle, soit la fonction objectif et les contraintes. La section 6.2 présente et discute des résultats de l'application du modèle d'optimisation au salon de jeux de Québec. Finalement, la section 6.3 conclut.

6.1 MODÈLE D'OPTIMISATION

Basée sur la revue de littérature, la méthodologie et les variables identifiées au Tableau 1, la programmation linéaire semble être un bon point de départ pour une approche d'optimisation, considérant que les analyses de régression multiple montrent que la relation entre les performances des appareils de jeux électroniques et leurs caractéristiques significatives suit une fonction linéaire. De plus, les modèles de régression multiple produisent de bonnes performances de prévision, expliquant respectivement 90,80% et 80,96 % de la variation de performance individuelle (R^2 ajusté) des appareils de jeux électroniques (Lucas et al., 2004; Provencal & St-Pierre, 2017b, 2017c).

L'utilisation de la programmation par but (PB) permet à cette étude de considérer plusieurs objectifs différents. La PB est une branche de l'optimisation multiobjectif, plus précisément une branche de la prise de décision multicritères (Coshall & Charlesworth, 2011). Il s'agit d'une extension de la PL qui permet de gérer divers objectifs, qui entrent alors en compétition. Il fournit un cadre pratique pour gérer des objectifs concurrents en utilisant une véritable structure de PL (Hoffman & Schniederjans, 1990).

La plupart des études dans l'industrie du jeu ne considèrent que le volume d'affaires des établissements comme objectif à optimiser (Hsieh & Lin, 2010; Lucas & Brewer, 2001). Le fait de considérer un seul indicateur pour mesurer et augmenter les performances d'un établissement de jeux est une erreur qui peut être outrepassée en ajoutant un autre indicateur central : l'utilisation des machines. Ainsi, voici les objectifs définis par cette étude :

Objectif A : maximiser le revenu du département des machines à sous. Le revenu correspond à l'ensemble des performances moyennes journalières du département des

machines à sous et est représenté par la somme des revenus quotidiens de toutes les machines (*Coin-in Total*).

Bien que la maximisation du volume d'affaires de toutes les machines à sous soit cruciale pour le succès des établissements de jeux, la maximisation de l'utilisation des machines présentes dans l'aire de jeux garantit un ensemble intéressant d'appareils. Par conséquent, il y a un autre objectif important :

Objectif B : Maximiser l'utilisation de l'ensemble des machines présentes sur l'aire de jeux. L'utilisation des machines est représentée par la moyenne quotidienne de parties jouées par machine.

Ainsi, l'objectif principal de ce modèle est de maximiser, à la fois, le revenu du département des machines à sous et le nombre moyen de parties jouées par l'ensemble des machines. La solution trouvée est un compromis entre deux objectifs. Les deux objectifs impliquent une maximisation.

Il est important de connaître le lien étroit entre les deux objectifs. Une analyse de régression entre le *CIQ* et les *PJ* a donc été réalisée afin de comprendre la relation entre les deux variables dépendantes. Les *PJ* expliquent jusqu'à 90 % (R^2 ajusté) de la variance du *CIQ*, ce qui montre l'étroite relation entre les deux variables. L'équation 6.1 présente l'équation du modèle de régression multiple.

$$LCIQ = 7,1165 + 0,000270 \cdot PJ \quad (6.1)$$

La variable indépendante de ce modèle simple, les *PJ*, est significative telle que montrée par le p-value (p-value < 0,01) et son coefficient bêta positif (coefficient bêta = 0,000270). Donc, une augmentation du nombre de parties jouées moyen représente également une augmentation des performances financières (*CIQ*) de l'appareil. Ainsi, il est intéressant de connaître cette relation, puisque cela justifie le fait de considérer les deux objectifs distinctement.

Alors que la plupart des résultats des deux analyses de régression linéaire sont en accord, certains résultats diffèrent, ce qui justifie le fait d'exprimer la fonction objectif non seulement comme un objectif, mais comme la combinaison de plusieurs objectifs différents

(revenu et utilisation). Avant de présenter la fonction objectif et les contraintes, il est important de définir les paramètres qui seront utilisés dans le modèle.

Variable :

$X_i =$ nombre de machines pour la i^e catégorie, $i \in T$

Paramètres :

$C_i =$ performance moyenne en *Coin – in* pour une machine de la i^e catégorie, $i \in T$

$GP_i =$ nombre moyen de parties jouées dans une machine de la i^e catégorie, $i \in T$

$\omega_j =$ poids de chaque indicateur de performance, $j = 1, 2$

$A =$ nombre d'appareils

$LB_i =$ nombre minimal d'appareils pour la i^e catégorie, $i \in T$

$UB_i =$ nombre maximal d'appareils pour la i^e catégorie, $i \in T$

$B =$ nombre requis de machines offrant des rondes bonus

$B_i = \begin{cases} 1 & \text{si la catégorie de machine } i \text{ offre des rondes bonus,} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad i \in T$

$Z =$ nombre requis de machines ayant un lot progressif

$Z_i = \begin{cases} 1 & \text{si la catégorie de machine } i \text{ offre un Lot Progressif,} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad i \in T$

$S =$ nombre requis de machines Multijeu

$S_i = \begin{cases} 1 & \text{si la catégorie de machine } i \text{ est un Multijeu,} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad i \in T$

$P =$ nombre requis de programmes différents

$P_i = \begin{cases} 1 & \text{si la catégorie de machine } i \text{ offre des programmes différents,} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad i \in T$

$F =$ ensemble des types de dénominations

$D_f^{LB} =$ nombre minimal de machines offrant la dénomination f , $f \in F$

$D_f^{UB} =$ nombre maximal de machines offrant la dénomination f , $f \in F$

$$D_{if} = \begin{cases} 1 & \text{si la catégorie de machine } i \text{ offre la dénomination } f, \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad i \in T, \quad f \in F$$

G = ensemble des types de mises minimales

$$M_g^{LB} = \text{nombre minimal de machines offrant la mise minimale } g, \quad g \in G$$

$$M_g^{UB} = \text{nombre maximal de machines offrant la mise minimale } g, \quad g \in G$$

$$M_{ig} = \begin{cases} 1 & \text{si la catégorie de machine } i \text{ offre la mise minimale } g, \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad i \in T, \quad g \in G$$

H = ensemble des types de mises maximales

$$N_h^{LB} = \text{nombre minimal de machines offrant la mise maximale } h, \quad h \in H$$

$$N_h^{UB} = \text{nombre maximal de machines offrant la mise maximale } h, \quad h \in H$$

$$N_{ih} = \begin{cases} 1 & \text{si la catégorie de machine } i \text{ offre la mise maximale } h, \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad i \in T, \quad h \in H$$

Q = valeur maximale de mise minimale totale

R = valeur maximale de mise maximale total

Le modèle d'optimisation des performances des appareils de jeux du Salon de jeux du Québec est le suivant :

$$\text{Max } Z = \omega_1 \sum_{i=1}^T C_i X_i + \omega_2 \sum_{i=1}^T GP_i X_i \quad (6.2)$$

Sujet à :

$$\sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^J X_i \leq A, \quad (6.3)$$

$$LB_i \leq X_i \leq UB_i \quad (6.4)$$

$$\sum_{i=1}^T X_i \cdot B_i \geq B \quad (6.5)$$

$$\sum_{i=1}^T X_i \cdot Z_i \geq Z \quad (6.6)$$

$$\sum_{i=1}^T X_i \cdot S_i \geq S \quad (6.7)$$

$$\sum_{i=1}^T X_i \cdot P_i \geq P \quad (6.8)$$

$$D_f^{LB} \leq \sum_{i=1}^T X_i \cdot D_{if} \leq D_f^{UB} \quad \forall f \in F \quad (6.9)$$

$$M_g^{LB} \leq \sum_{i=1}^T X_i \cdot M_{ig} \leq M_g^{UB} \quad \forall g \in G \quad (6.10)$$

$$N_h^{LB} \leq \sum_{i=1}^T X_i \cdot N_{ih} \leq N_h^{UB} \quad \forall h \in H \quad (6.11)$$

$$\sum_g \sum_{i=1}^T X_i \cdot M_{ig} \leq Q \quad (6.12)$$

$$\sum_h \sum_{i=1}^T X_i \cdot N_{ih} \leq R \quad (6.13)$$

Le modèle mathématique comprend une fonction objectif qui détermine l'ensemble optimal d'appareils maximisant la performance et un ensemble de contraintes linéaires qui assure la validité du modèle d'un point de vue pratique. La fonction multiobjectifs est composée à partir des deux objectifs précédemment introduits. L'équation 6.2 représente la fonction objectif. C_i ne considère pas les coûts quotidiens d'exploitation (location, achat, partage des revenus) et les coûts d'installation. Les deux objectifs sont normalisés pour éviter de prioriser un objectif spécifique.

Le nombre d'appareils que les établissements de jeux peuvent déployer est soit limité par la loi, les exigences des gestionnaires ou par l'espace disponible sur l'aire de jeux. La contrainte 6.3 assure le respect de la loi, concernant le nombre permis d'appareils de jeux. La contrainte 6.4 limite la plage de variation admissible pour la i^e catégorie. Ce nombre doit demeurer entre la borne inférieure LB_i et la borne supérieure UB_i . La plage correspond au nombre actuel de machines à sous pour la i^e catégorie et une variation déterminée. Pour simplifier la compréhension, cette variation est exprimée en pourcentage du nombre actuel

de MAS, $\sum_{i=1}^T X_i$. Considérant la liste des caractéristiques significatives sélectionnées pour créer les catégories, plusieurs contraintes peuvent être utilisés pour déterminer l'ensemble des appareils de jeux électroniques (caractéristique) à déployer aux clients. Les contraintes suivantes représentent un exemple de contraintes pouvant être utilisées par les établissements de jeux.

Les contraintes 6.5 à 6.8 définissent le nombre minimum de machines pour les caractéristiques suivantes : *Rondes Bonus (B)*, *Lot Progressif (Z)*, *Multijeux (S)* et *Programme (P)*, respectivement. L'idée derrière ces contraintes est de permettre la possibilité de contrôler le nombre de machines offrant ces caractéristiques spécifiques. Par exemple, avec ces contraintes, les cadres peuvent forcer le modèle à avoir un nombre minimal de machines *Multijeux*.

Les contraintes 6.9 à 6.11 fixent la limite inférieure et la limite supérieure en nombre de machines pour les autres caractéristiques significatives, telles que la *Dénomination (D)*, la *mise minimale (M)* et la *mise maximale (N)*. L'idée est de s'assurer que chaque dénomination spécifique $f \in F$, mise minimale $g \in G$ ou mise maximale $h \in H$ soit incluse dans le modèle, où F , G et H sont l'ensemble de toutes les *Dénominations*, *Mises minimales*, et *Mises maximales*, respectivement représenté sur le plancher de jeux.

Finalement, les contraintes 6.12 et 6.13 limitent les mises minimales et maximales totales. Cela représente la somme de la mise minimale ou maximale de l'ensemble des appareils sur le plancher offrant des mises minimale et maximale. Afin de ne pas augmenter drastiquement le coût moyen pour jouer, par exemple, un nombre de parties données, il faut ajouter ces contraintes qui permettent de fixer les mises totales des aires de jeux.

Il est important de se remémorer que les catégories représentent une combinaison unique de programmes et de caractéristiques. Pour le cas spécifique, il s'agit d'une combinaison des variables *Programme*, *MinC*, *MaxC*, *Dénomination*, *Multijeux*, *Lot Progressif* et *Rondes Bonus*, par exemple *Walking Dead (Programme)*, 0.75\$ (*MinC*), 3.00\$ (*MaxC*), 0.01\$ (*Dénomination*) et *Rondes Bonus*. Les machines de vidéopoker ne sont pas incluses dans ce modèle. Le nombre de machines de vidéo poker est limité par la loi au Québec et le nombre actuel de machines a déjà atteint la limite permise.

Il est important de noter que cette étude suppose que la fonction objectif est une fonction linéaire par palier (piecewise linear function). Bien qu'il n'y ait pas de littérature sur le sujet, à partir des données actuelles, il s'agit d'une hypothèse acceptable.

6.1.1 GÉNÉRALISATION DU MODÈLE

Le modèle d'optimisation a été construit pour l'application au salon de jeux de Québec. Il est donc spécifique à cet établissement. Cependant, le modèle peut être généralisé. Tout d'abord, la fonction objectif peut être généralisée de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & \omega_1 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J S(R_i, \alpha_i) X_{ij} + \omega_2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J S(R_i, \alpha_i) X_{ij} + \\ & \dots + \omega_n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J S(R_i, \alpha_i) X_{ij} \end{aligned} \quad (6.14)$$

où $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ et X_{ij} représente le nombre de machines pour la catégorie $i = 1, 2, \dots, T$ à la position $j = 1, 2, \dots, J$, où J représente l'ensemble des emplacements représentés sur l'aire de jeux. Les paramètres $S(R_i, \alpha_i)$ représentent différents objectifs à maximiser et sont définis par les gestionnaires. Par exemple, les fonctions peuvent représenter le volume d'affaires du département de machines à sous ou l'utilisation moyenne des appareils de jeux électroniques. La i^e fonction générique d'évaluation dépend de l'ensemble des variables statistiquement significatives α_i associées à cette fonction objectif spécifique et d'autres variables incluses dans R_i , telles que le coût d'achat, de location, de partage des revenus, etc.

Un modèle généralisé peut tenir compte de l'emplacement des appareils sur l'aire de jeux. Ainsi, la contrainte 6.16 détermine le nombre de machines par position j sur l'aire de jeux. Le but est de s'assurer que chaque emplacement spécifique $j \in J$ soit inclus dans le modèle.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J X_{ij} = L_j \quad \forall j \in J \quad (6.15)$$

où L_j correspond au nombre de machines pouvant être placées à l'emplacement j . Tous les emplacements $j \in J$ sont limités à un certain nombre basé sur l'aménagement initial déployé dans l'établissement étudié.

D'autres contraintes peuvent facilement être ajoutées, en tenant compte des différentes variables qui peuvent affectées significativement le comportement des appareils de jeux et des nombreuses contraintes possible du point de vue pratique.

Il est important de rappeler que la notion de catégorie est définie en fonction des analyses de régression multiple et les catégories peuvent être modifiées par les opérateurs. Les dirigeants de casino peuvent ainsi ajouter, éliminer ou modifier les contraintes du modèle d'optimisation. En appliquant la même approche présentée à la Figure 1, un établissement de jeux peut adapter le modèle à ses installations.

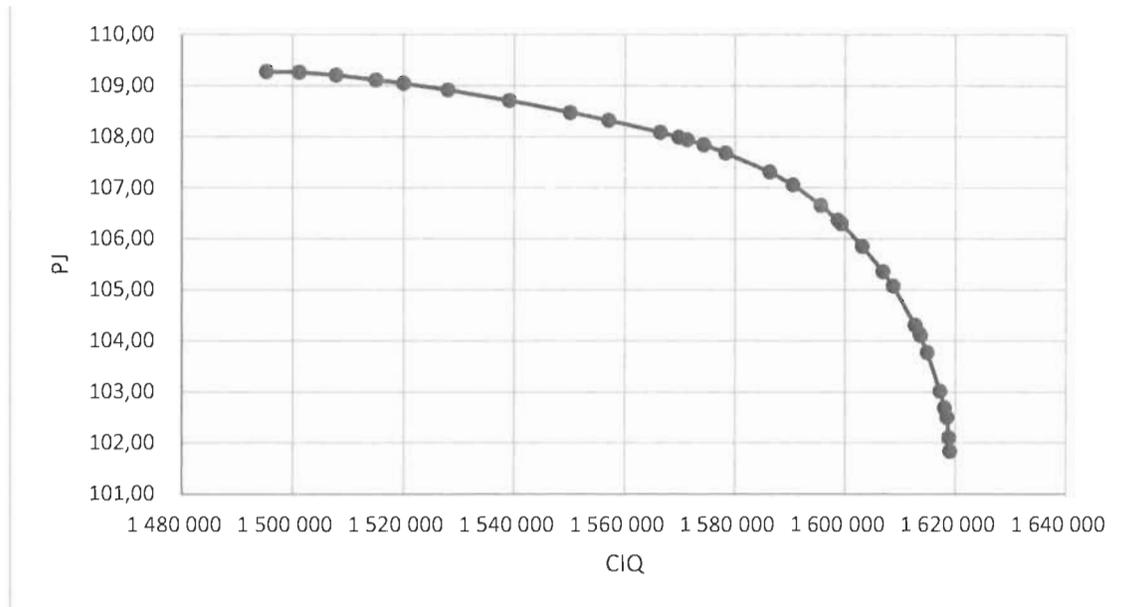
6.2 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cette section présente la résolution du modèle abordé à la section précédente. La section est complétée par une comparaison entre les résultats du modèle et des décisions réelles du SdjQ. La Section 6.2.1 fournit une discussion détaillée des résultats de l'application du modèle sur le SdjQ de Québec et comprend notamment une analyse de l'une des solutions optimales.

Le modèle est appliqué à l'ensemble d'appareils de jeux électroniques du SdjQ de Québec et les résultats sont fournis et discutés dans cette sous-section. Le modèle a été implémenté dans *Microsoft Excel* et a été résolu en utilisant *What's Best 14.0.1.2*. Le modèle implique 270 variables et 522 contraintes. La résolution par un ordinateur de 2,60 GHZ prend moins de 10 minutes.

Le modèle de programmation par but a été résolu pour toutes les valeurs de ω_1 et ω_2 , variant entre 0 et 100 %. La présentation des 100 résultats est vaste et ne peut donc pas être présentée sous un format tabulaire. Les résultats sont exprimés à la Figure 8. La figure présente la courbe de compromis entre chacun des objectifs, en fonction du poids de chaque objectif ω_1 et ω_2 .

Figure 8 Résultats du modèle de programmation par but pour Québec



Chaque point de la courbe représente une valeur optimale de la fonction objectif. Aucune solution n'est dominée par une autre. Une solution dominée signifie que d'autres solutions sont meilleures pour les deux objectifs. Les solutions dominées sont sous-optimales. Étant donné que toutes les solutions sont optimales pour le cas étudié, il peut être difficile de choisir une solution unique à mettre en place. Ce problème sera discuté plus en détail dans les pages suivantes.

La forme de la courbe montre également que les solutions générées améliorent grandement les performances du *CIQ* et des *PJ*. L'augmentation maximale du *Coin-in-Quotidien* est de 15,1 % à $\omega_1 = 1$ par rapport au niveau de performance actuelle tandis que l'augmentation correspondante des parties jouées est de 5,5 %. L'augmentation maximale du nombre moyen de parties jouées, à $\omega_1 = 0$, représente 13,2 % tandis que son augmentation correspondante du *CIQ* est de 6,3 %. Il est à noter que les performances initiales sont de 1 407 200 (*CIQ*) et de 96,52 (*PJ*).

Pour les valeurs comprises de ω_1 comprises dans l'intervalle $[0,62, 1]$, l'augmentation du *CIQ* représente un minimum de 12 %. Pour les valeurs de ω_1 dans l'intervalle $[0, 0,37]$, l'augmentation minimale du nombre moyen de parties jouées représente 10 %. À $\omega_1 = 0,50$, l'augmentation du *CIQ* est de 13,0 % alors qu'elle est de 10,9 % pour les parties jouées. Il est possible d'observer que les solutions qui semblent être le compromis le plus

équitable entre les deux objectifs se situent dans l'intervalle [0.37, 0.62] pour ω_1 . Les solutions obtenues pour les valeurs de ω_1 comprises dans cette plage améliorent sensiblement les deux indicateurs de façon relativement égale, ce qui correspond à un minimum de 10 % pour les deux indicateurs. Le Tableau 12 présente l'augmentation des performances du SdjQ en matière de *CIQ* et de *PJ* pour différentes valeurs de ω_1 .

Tableau 12 Augmentation des performances du SdjQ de Québec

	<i>CIQ (CIQ, %)</i>		<i>PJ (PJ, %)</i>	
$\omega_1 = 1$	1 618 996	15,1%	101,84	5,5 %
$\omega_1 = 0.5$	1 590 518	13,0 %	107,06	10,9 %
$\omega_1 = 0$	1 495 286	6,3 %	109,28	13,2 %

La Figure 8 et le Tableau 12 démontrent clairement que l'ensemble des solutions générées améliore la qualité du mixte initiale d'appareils de jeux électronique. Cependant, choisir une solution unique n'est pas un exercice simple. Il est nécessaire de considérer de nombreux critères afin de sélectionner la solution unique à appliquer dans un tel cas.

Tout d'abord, le nombre de changements requis pour mettre en place la combinaison optimale peut aider à choisir. Toutes les solutions générées nécessitent un nombre important de modifications du mixte initial pour obtenir la solution optimale choisie. La solution maximisant l'objectif A requiert 76 changements alors que la solution maximisant l'objectif B nécessite 71 changements. Bien que ce nombre de modifications puisse sembler être trop important pour être implémenté, la mise en place de la solution optimale peut être effectuée à l'aide d'un processus itératif de sorte que les changements les plus importants soient effectués en premier. L'analyse de sensibilité permet alors de déterminer quels changements sont les plus prioritaires.

Un autre problème pratique important à considérer pour le SdjQ est le coût moyen global pour jouer/miser une partie sur une machine. Cela correspond à la sommation de la mise minimale de l'ensemble des appareils. Les SdjQ peuvent donc utiliser cet indicateur pour déterminer la solution choisie. Par rapport à la valeur initiale, la variation est comprise entre -4 % et 6 %. Ainsi, le SdjQ peut choisir une solution qui diminue le coût moyen global pour jouer, choisir une solution qui maintient une valeur comparable aux conditions initiales ou une solution qui l'augmente. Cette recherche ne dispose pas de toutes les

informations nécessaires pour sélectionner judicieusement une solution. Cependant, il appert judicieux de limiter l'augmentation du coût moyen global pour jouer une partie. Le modèle de PB permet de déterminer quelle solution choisir en fonction des différents critères de sélection.

6.2.1 ANALYSE DES RÉSULTATS

Cette sous-section analyse la solution obtenue pour $\omega_1 = 1$. Cette solution a pour objectif de déterminer l'ensemble d'appareils qui maximise le *CIQ*, sans se soucier de l'utilisation des appareils. Le *CIQ* peut potentiellement être augmenté de 15,1 % en exécutant 76 changements à l'ensemble actuel d'appareils.

Parmi les 76 changements proposés par le mixte optimal, 25 correspondent à l'élimination des machines *Multijeux*. Les machines *Multijeux* offrent généralement des performances médiocres, comme en témoignent à la fois leur faible *CIQ* et leur *PJ*. Par conséquent, le modèle suggère de les remplacer par d'autres appareils offrant de meilleures performances et des fonctionnalités plus intéressantes. Il est à noter que le nombre proposé de machines *Multijeux* correspond à la limite imposée par le modèle, ce qui implique qu'il s'agit d'un facteur saturé (binding) (une arête du sommet optimal dans le polytope représentant l'espace de la solution). Une contrainte non saturée implique que les contraintes ne limitent pas leur nombre. Le Tableau 13 compare de l'information pertinente sur la solution optimale et le mixte original.

Tableau 13 Comparaison entre le mixte original et le mixte optimal de Québec

<i>Variables</i>	<i>Mixte Original</i>	<i>Mixte Optimal</i>	Δ	
Catégorie	135	103	-32	-24 %
Programme	106	81	-25	-24 %
Lot Progressif	153	174	+21	14 %
Rondes Bonus	329	323	-6	-2 %
Multijeux	123	98	-25	-20 %

Le mixte optimal comprend 103 catégories différentes, ce qui représente une diminution de 32 catégories. Le nombre de catégories est légèrement au-dessus de la limite stricte de 100. La diminution importante du nombre de catégories recommandée par le modèle

indique que certaines catégories sont surreprésentées et cannibalisent essentiellement l'espace sur le sol, qui serait mieux exploité pour d'autres fins.

Un résultat intéressant est l'augmentation du nombre de machines offrant des lots progressifs, passé de 153 à 174 (14 %). Même si la contrainte n'est pas limitée par la borne supérieure, l'ajout de 21 appareils ayant un lot progressif indique que cette caractéristique contribue à générer des revenus plus élevés et qu'elle est appréciée par la plupart des clients. Alors que la littérature rapporte généralement que les MAS offrant des lots progressifs ont des performances inférieures à celles qui n'offrent pas cette caractéristique, ce n'était pas le cas pour cet établissement spécifique. Par conséquent, cette augmentation semble logique. Le nombre de machines offrant des rondes bonus est demeuré relativement stable à 323, soit une baisse de seulement quelques machines. Le mélange optimal comprend 97 % de machines offrant des *Rondes Bonus*, ce qui indique que cette caractéristique est importante pour les clients. Le nombre de programmes différents a également diminué, démontrant que les programmes appréciés par une grande partie de la clientèle sont sous-représentés dans le contexte actuel, ce qui implique qu'il peut y avoir trop de programmes différents.

Le Tableau 14 résume l'état des contraintes (limité à la borne inférieure, supérieure ou non saturée) et indique le nombre de contraintes associées à chaque caractéristique.

Tableau 14 Relaxation linéaire de l'application au SdjQ de Québec

	<i>Nombre de contraintes</i>	<i>Saturé par la borne inférieure (%)</i>	<i>Non Saturé (%)</i>	<i>Saturé par la borne supérieure (%)</i>
Catégorie	135	52 (38 %)	13 (10 %)	70 (52 %)
Programme	1	0	1 (100 %)	0
Lot Progressif	1	0	1 (100 %)	0
Rondes Bonus	1	0	1 (100 %)	0
Multijeux	1	1 (100 %)	0	0
Dénomination	8	1 (13 %)	2 (25 %)	5 (62 %)
Mise minimale	19	5 (26 %)	5 (26 %)	9 (48 %)
Mise maximale	22	5 (23 %)	6 (27 %)	11 (50 %)

Seulement 13 contraintes de catégorie, ce qui représente 10% des contraintes, ne sont pas saturées. Des 122 contraintes de catégories restantes, 70 contraintes sont saturées par

la borne supérieure et 52 par la borne inférieure. Tout d'abord, le fait que plus de 90 % (122/135) des contraintes sont saturées d'une façon ou d'une autre montre clairement que la variable catégorie peut être utilisée avec succès pour évaluer la performance du plancher de jeux considérant son influence sur les contraintes. Deuxièmement, il y a plus de catégories qui sont élargies (70) que diminuées (52). Il s'agit d'un résultat intéressant puisque des 103 catégories différentes que le modèle suggère de garder, le modèle suggère d'augmenter 70 d'entre elles à leur limite supérieure. En d'autres termes, le modèle semble naturellement augmenter la diversité.

Considérant que seulement deux (25 %) contraintes pour la dénomination, cinq (26 %) pour la mise minimale et six (27 %) pour la mise maximale ne sont pas saturées à l'une ou l'autre des bornes, il est possible de considérer que l'ensemble actuel de machines semble différer des attentes de la clientèle. Il y a 8 contraintes liées à la dénomination. Parmi toutes ces contraintes, seulement 2 ne sont pas saturées par l'une ou l'autre de leur borne, cinq sont saturées par la borne supérieure et une seule par la borne inférieure, et il s'agit de la dénomination multiple. Il est intéressant de noter que cette dénomination est uniquement liée aux machines *Multijeux*. Par conséquent, la diminution du nombre de machines ayant une dénomination multiple n'est pas surprenante, car le modèle propose de réduire le nombre de machines *Multijeux* à sa limite inférieure. La nature de la diminution peut être plus liée à la caractéristique *Multijeux* qu'à la valeur de la dénomination.

Un autre résultat intéressant est que la dénomination la plus basse (1 crédit) n'est pas réellement saturée. En fait, le nombre de machines ayant une dénomination de 1 ¢ diminue d'une seule unité. Au contraire, le modèle suggère d'augmenter tous les autres types de dénomination à l'exception de celle à 5 crédits et de la multidénomination. Puisque toutes les valeurs de la dénomination semblent être nécessaires pour satisfaire les clients (à l'exclusion de la multidénomination), le modèle impose la diversité en diminuant le nombre d'actifs ayant des dénominations multiples et en augmentant 5 des 7 dénominations restantes. Par conséquent, le modèle offre aux clients une plus grande accessibilité aux dénominations qui sont populaires.

Bien que la dénomination soit une caractéristique importante, selon les résultats des analyses de régression multiple, son impact est faible et est influencé par les mises

minimales et maximales. La mise minimale varie de 1 à 200 pièces et ajoute 19 contraintes au modèle. De ces 19 contraintes, cinq sont saturées à la limite inférieure 9 à la limite supérieure et 5 ne sont pas limitées. Toutes les contraintes saturées proviennent des mises minimales de moins de 50 crédits. Un résultat intéressant est que la mise minimale à 8 crédits est saturée par sa limite supérieure. Les deux valeurs au-dessus et au-dessous de cette contrainte sont saturées par la limite inférieure, ce qui indique que les appareils ayant une mise minimale à 8 crédits ont un comportement différent de la plupart des appareils ayant une mise minimale faible. Un examen plus approfondi de cette catégorie a montré que les machines ont toutes été introduites récemment sur le plancher des jeux. Par conséquent, cela peut avoir légèrement faussé les résultats.

La valeur de la mise maximale varie de 150 à 900 crédits. 22 contraintes sont incluses dans ce modèle pour limiter la variation de cette variable. La mise maximale a un comportement similaire à celui de la mise minimale. La plupart des contraintes saturées à la borne supérieure appartiennent à des mises importantes, tandis que la plupart des mises saturées par la borne inférieure appartiennent à des mises plus faibles, c'est-à-dire en dessous de 300 crédits. Il est intéressant de noter que les contraintes qui ne sont pas saturées proviennent des mises moyennes, entre 250 et 450 crédits. Un des résultats les plus intéressants provient du fait que la contrainte liée à mise maximale la plus faible est saturée par sa borne supérieure, tandis que toutes les mises près de celle-ci sont saturées par leur borne inférieure. Une analyse approfondie des machines ayant cette mise maximale montre qu'elles peuvent toutes être décrites comme étant des appareils populaires depuis longtemps, ayant une mise minimale de 30 ou 50 crédits et offrant des lots progressifs. Ces machines ont un historique de bonnes performances et ont prouvé leur popularité avec le temps. Ainsi, ce n'est pas surprenant que le modèle suggère une augmentation de ce type de machines.

L'un des résultats les plus importants de la programmation linéaire est l'analyse du dual, fournissant des informations utiles sur le modèle. Les résultats sont représentatifs et significatifs.

Tableau 15 montre l'état, l'écart et les valeurs du dual pour quelques contraintes jugées représentatives et significatives.

Tableau 15 Statut et écart des contraintes de l'application au SdjQ de Québec

<i>Contrainte</i>	<i>Statut de la contrainte</i>	<i>Écart</i>	<i>Valeur du dual</i>
Capacité	Contraint par la borne supérieure	0	3560
Catégorie 85	Contraint par la borne inférieure	0	-1278
Catégorie 36	Contraint par la borne supérieure	0	5927
Catégorie 94	Non-Contrainte	1	0
Dénomination (2 ¢)	Contraint par la borne supérieure	0	144
Mise minimale (200 ¢)	Contraint par la borne inférieure	0	-577
Mise maximale (300 ¢)	Non-Contrainte	5	0
Lot progressif	Non-Contrainte	52	0
Rondes Bonus	Non-Contrainte	58	0
Multijeux	Contraint par la borne inférieure	0	-570

Comme anticipé, la contrainte de la capacité est saturée. Le *CIQ* total serait augmenté d'environ 3560 crédits pour chaque appareil ajouté. Le Tableau 15 montre que la catégorie 85 est surreprésentée et qu'elle diminue la performance de l'aire de jeux. Le nombre d'appareils de la catégorie 36 est trop faible, et une augmentation de son nombre augmenterait considérablement la performance de l'établissement. Dans l'ensemble, les valeurs du dual les plus élevées, positives ou négatives, sont liées à la variable catégorie. Par conséquent, la clé de l'amélioration de la performance de l'établissement dépend en partie sur l'identification des catégories à supprimer ou à réduire et celles à accroître ou ajouter. Considérant la nouvelle solution proposée par le modèle, il semble possible d'améliorer la composition actuelle d'appareils pour le SdjQ à l'étude.

Il est important de noter que les valeurs du dual sont spécifiques à l'établissement de jeux qui a servi de cas à l'étude, le salon de jeux de Québec. En considérant la valeur du R^2 ajusté (90,80 %), cela indique que toutes les variables significatives ont été incluses dans le modèle. Les valeurs des coefficients bêta identifiées par cette analyse de régression multiple ne représentent peut-être pas adéquatement la contribution exacte de chacune des variables sur le volume d'affaires des appareils, mais ces résultats donnent de l'information intéressante qui peut être utilisée pour améliorer la qualité du processus de décision.

Cependant, les duals n'expliquent pas la causalité; ils expriment seulement la situation à étude avec des conditions précises. Par conséquent, les duals ne sont considérés qu'avec prudence et l'auteur est conscient du biais mathématique qu'ils peuvent présenter. Par

conséquent, cette étude utilise seulement les duals pour déterminer les prochaines actions optimales pour améliorer la performance de l'aire de jeux. Par conséquent, l'exactitude des duals n'est pas essentielle pour déterminer une liste d'actions prioritaires. De plus, des études sur les décisions seront effectuées à l'avenir pour évaluer le biais des valeurs du dual.

6.2.2 APPLICATION À UN CAS RÉEL

Entre le 1er janvier et le 1er février 2017, le SdjQ a appliqué 13 modifications à son mixte d'appareils de jeux électroniques. Ainsi, cette étude a simulé l'élimination et l'ajout de 13 actifs sur la même période et sous les mêmes conditions ($\omega_1 = 1$) à des fins de comparaison.

Des 13 appareils retirés, le modèle d'optimisation est en accord avec neuf d'entre eux (69 %). Il y a quatre différences, correspondant à des appareils similaires ayant des performances comparables (*CIQ* et *PJ*) et des caractéristiques comparables (*MinC*, *MaxC*, *Dénomination*). La raison qui explique cette légère différence est que le modèle d'optimisation prend en considération des préoccupations plus complexes, telles que la génération d'un ensemble d'appareils équilibrés. Par conséquent, les sélections sont basées sur plusieurs critères et non seulement sur la performance des MAS. Il est à noter que les retraits du SdjQ ont violé 3 contraintes imposées au modèle, toutes issues de la limitation de la diversité.

Le modèle suggère l'ajout de 13 appareils différents, tandis que les SdjQ ont ajouté seulement 3 différents appareils. La plupart des appareils sélectionnés par le modèle d'optimisation ont une mise minimale entre 0,60 \$ et 1,00 \$, une mise maximale entre 3,00 \$ et 6,00 \$ et offrent un lot progressif. À noter, les résultats du modèle et les choix du SdjQ ont des caractéristiques similaires.

Le Tableau 16 montre l'impact des changements sur le *CIQ* pour le changement des 13 appareils (amélioration locale) et pour l'application à l'ensemble des appareils du SdjQ (amélioration globale) pour la solution correspondant à $\omega_1 = 1$. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'augmentation du *CIQ* par rapport aux performances réelles du SdjQ.

Tableau 16 Impact des changements de l'application du cas réel à Québec

	<i>SdjQ</i>	<i>Modèle d'optimisation</i>	<i>Différence</i>
Amélioration locale	4,62 %	5,32 %	0,70 %
Amélioration globale	0 %	15,10 %	15,10 %

Premièrement, les suggestions faites par l'algorithme sont majoritairement semblables aux changements réellement effectués, à la fois pour le remplacement et l'ajout des MAS. De plus, les résultats montrent que l'algorithme surpasse les choix du SdjQ de 0,70 % (15,4 %). Également, le modèle est encore plus performant pour les raisons suivantes : premièrement, les choix du SdjQ violent trois contraintes de diversité, gagnant ainsi un avantage injuste par rapport à l'algorithme. Deuxièmement, le SdjQ a eu accès à de nouvelles MAS sur lesquelles l'algorithme n'a pas pu compter pour améliorer davantage la prise de décision. Les résultats montrent que le modèle est définitivement fiable et capable d'améliorer la performance du département de MAS du SdjQ de Québec. Il est à noter qu'en considérant exactement les mêmes catégories d'appareils disponibles que le SdjQ, l'algorithme a trouvé une solution surpassant de 1,45 % (31,83 %) les choix réels du SdjQ.

Cependant, les améliorations locales ne doivent pas cannibaliser d'autres ressources. L'amélioration locale doit augmenter la performance globale de l'ensemble des appareils de jeux électroniques et pas seulement les MAS qui ont été modifiées. Le Tableau 16 montre que l'application du modèle à l'ensemble des appareils de jeux (amélioration globale) pointe vers une augmentation du *CIQ* de 15,1 %. Ces résultats démontrent que l'établissement de jeux qui applique le modèle d'optimisation spécifique bénéficierait du modèle proposé.

6.3 CONCLUSION

Un modèle d'optimisation a été développé afin de déterminer la combinaison optimale de jeux et de fonctionnalités à déployer sur les aires de jeux dans le but de maximiser le revenu du département de MAS et l'utilisation des appareils. Les catégories utilisées dans le modèle d'optimisation ont été créées à l'aide des résultats des analyses de régression multiple. Ce chapitre présente une approche de programmation par but qui vise à optimiser le mixte d'appareils de jeux déployés, en fonction de deux objectifs distincts.

La résolution de ce modèle par la PB permet de créer une courbe de compromis. La courbe de compromis est calculée, de sorte qu'aucun des objectifs ne peut être amélioré sans dégrader l'autre objectif. La courbe de compromis montre l'augmentation de la performance de chacun des indicateurs en fonction du poids de chaque objectif. Il existe des améliorations potentielles aux performances actuelles des MAS de 6,3 % à 15,1 % pour le *CIQ* et de 5,5 % à 13,2 % pour les *PJ*, selon la solution choisie. Bien que cette recherche ne recommande pas une solution unique, des recommandations ont été données pour aider le SdjQ à sélectionner la solution à mettre en œuvre.

L'efficacité du modèle a été testée à l'aide d'une application à un cas réel. Les résultats décrivent les changements nécessaires pour augmenter les performances de l'ensemble d'appareils déployé sur l'aire de jeux. Le modèle de PL va au-delà de simplement remplacer les appareils aux faibles mises (minimales ou maximales) par des appareils aux mises plus élevées. En fait, le modèle suggère des changements aux autres variables significatives. Il résout le problème complexe de configuration des MAS tout en proposant un ensemble d'appareils équilibré qui devrait satisfaire les exigences des clients. Pour maintenir la satisfaction du client, les changements ont été limités à un seuil maximum de 20 % par catégorie. Ce seuil a été déterminé par le SdjQ. Le modèle comprend également une analyse du mixte optimal. Il fournit des informations utiles concernant l'impact de chaque changement.

7 CONCLUSION

Cette recherche développe une nouvelle démarche d'organisation et d'optimisation pour les établissements de jeux. La démarche se concentre particulièrement sur la modélisation des performances des machines à sous, l'optimisation des aires de jeux et l'analyse des solutions trouvées. La démarche met une emphase sur les machines de jeux électroniques, puisqu'il s'agit de l'activité la plus populaire et la plus profitable des casinos européens et nord-américains (Ghaharian, 2010; Gu, 2003; Ladouceur & Sévigny, 2009).

En premier lieu, cette recherche a procédé à une revue de littérature permettant de constater que très peu d'études d'optimisation ont été entreprises dans le domaine du jeu. La revue de littérature a également permis de construire la méthodologie de cette recherche. Les résultats de la revue de littérature ont permis d'aider à construire un modèle d'optimisation. Le modèle se base sur les caractéristiques qui influencent significativement les performances des appareils de jeux et permet de déterminer l'ensemble optimal d'appareils de jeux électroniques (programmes et caractéristiques) à déployer sur l'aire de jeux. Ce modèle à multiobjectifs est résolu en utilisant la programmation linéaire, et plus précisément, la programmation par but.

La seconde étape, l'optimisation des performances du système, consiste à déterminer la configuration optimale d'appareils à disposer sur le plancher de jeux pour maximiser les performances de l'ensemble des appareils. Ce problème majeur et complexe est d'intérêt capital, considérant l'impact important des appareils de jeux électroniques pour les salons de jeux et de la popularité de ces appareils auprès de leur clientèle. Ainsi, un modèle d'optimisation a été développé ayant pour but d'optimiser les performances de l'ensemble des appareils de jeux électroniques déployés sur les aires de jeux. Le modèle d'optimisation comprend une fonction à multiobjectifs et est soumis à un ensemble de contraintes. Les blocs de contraintes sont adaptés en fonction des variables qui sont importantes pour l'établissement de jeux qui déploient le modèle d'optimisation. Le modèle d'optimisation est basé sur les caractéristiques significatives des appareils, déterminées par la revue de littérature (*Programmes, Mises, Dénomination, Langue et Marque, Lot progressif, Multijeux et Rondes Bonus*). Il est important de noter qu'il est facilement possible de

modifier la variable catégorie et de modifier, ajouter ou éliminer des contraintes liées aux variables significatives.

Ensuite, la méthodologie déterminée au chapitre 4 est appliquée à un cas réel, afin de démontrer l'efficacité et la souplesse de la méthodologie choisie. L'application à un cas réel est réalisée au salon de jeux de Québec. Ainsi, cette étude a procédé à une analyse de régression multiple afin de connaître les relations existantes au SdjQ. Cela a permis de modéliser les performances individuelles des machines de jeux électroniques. Le modèle de régression multiple étudie l'impact des caractéristiques des machines à sous (*Mise minimale, Mise maximale, Dénomination, Position, Lot progressif, Rondes Bonus, Multijeux, Programme, Langue et Marque*) sur le volume d'affaire des appareils et sur le nombre de parties jouées. L'intérêt est d'identifier l'impact statistique des variables qui peuvent être influencées ou contrôlées afin que des stratégies puissent être développées afin de maximiser les performances du département des machines à sous et de l'ensemble de l'établissement de jeux.

L'analyse de régression multiple effectuée au salon de jeux de Québec explique 90,80 % des performances financières et 80,96 % de l'utilisation des appareils de jeux électroniques. Parmi l'ensemble des variables incluses dans le premier modèle, seulement les variables *Mise minimale, Mise maximale, Dénomination, Lot Progressif, Rondes Bonus* et *Programme* ont un impact sur les performances quotidiennes des machines à sous. Les résultats montrent que le choix du *Programme* est très important, étant la variable la plus importante de ce modèle. Les variables *Position, Langue, Multijeux* et *Marque* n'ont pas d'impact significatif ou n'ont pas pu être évaluées par la régression multiple. Ainsi, les résultats montrent que le comportement des appareils aux salons de jeux du Québec est légèrement différent de celui des casinos.

Les résultats de la deuxième analyse de régression multiple montrent que seulement la *MinC*, le *Programme*, la *Marque*, le *PRGSV* et les *Ronde Bonus* ont un impact significatif sur les *PJ*. Ainsi, la *MaxC*, la *Dénomination*, la *Position* et la *Langue* n'ont pas d'effet sur l'utilisation des appareils. La variable *Multijeux* n'a pas pu être évaluée due à des problèmes de multicollinéarité. Bien qu'il existe des différences entre les deux modèles au niveau des résultats, les différences ne justifient pas le changement des catégories. Ainsi,

les catégories utilisées dans l'étape de validation de la solution sélectionnée sont *Programme, Dénomination, Mise minimale Mise maximale, Ronde Bonus, Lot Progressif, et Multijeux*.

Le modèle d'optimisation a donc été adapté à l'étude de cas réel tenant compte des résultats des analyses de régression multiple. La fonction objectif choisie a pour but de maximiser les performances des appareils de jeux électroniques du point de vue des revenus et de leur utilisation. Cette étude utilise la programmation linéaire, plus précisément la programmation par but, pour modéliser le système et le résout en utilisant l'algorithme du simplexe. Les résultats montrent un potentiel important pour chacun des objectifs. La mise en place d'une des solutions trouvées pourrait permettre aux SdjQ de maximiser le taux d'utilisation des appareils ainsi que le volume d'affaires de l'aire de jeux. Le choix de la solution à implémenter revient cependant à l'établissement en fonction de leur propre importance de chacun des indicateurs de performance.

En janvier 2017, le salon de jeux de Québec a procédé à 13 changements d'appareils. Les résultats du modèle sont comparés à leurs décisions sur ce cas spécifique et montrent une augmentation de performance de 15,4 % par rapport à leurs décisions. En plus, le modèle indique une augmentation des performances actuelles de 15,1 %, et cela basée sur la combinaison actuelle des machines de jeux électroniques.

En résumé, cette recherche a permis de développer un modèle d'optimisation pour les établissements de jeux. Ce modèle s'adapte à chacun des établissements grâce à une séquence de trois étapes : la modélisation de l'établissement de jeux et de ses appareils, l'optimisation des aires de jeux et la validation des solutions obtenues. La modélisation permet de comprendre le fonctionnement et les performances des appareils pour l'établissement à l'étude afin que le modèle d'optimisation soit adapté à celle-ci et soit pleinement efficace. Cette démarche permet ainsi de résoudre l'un des problèmes les plus importants et complexes de l'industrie du jeu, le problème de configuration des aires de jeux.

7.1 LIMITES DE LA RECHERCHE

Le SdjQ doit être conscient que la mise en place du mixte d'appareils optimal ne garantit pas la maximisation des performances. Il existe des incertitudes qui ne peuvent être quantifiées ainsi que la mise en place de la combinaison optimale doit être soigneusement planifiée pour éviter du mécontentement de la clientèle.

Il est important de noter que les résultats présentés dans cette étude sont spécifiques à l'étude de cas. Bien que la démarche et les modèles construits, présentés et résolus soient entièrement transférables et applicables à d'autres établissements de jeux, les résultats ainsi que les conclusions pourraient grandement varier d'un établissement à un autre. Il est aussi intéressant de noter que la nature déterministe des modèles de programmation linéaire et de programmation par but représente une certaine limitation. Le PL assume que la contribution des facteurs est connue. Cependant, les variations futures sont inconnues, ne peuvent donc pas être prises en considération et pourraient changer la nature de certaines variables.

7.2 TRAVAUX FUTURS

L'ajout de variables qui caractérisent les MAS et qui pourraient avoir une influence sur leurs performances aiderait à affiner la compréhension des performances des appareils ainsi que les prévisions. Des variables telles que la qualité des sièges ou la qualité de l'écran permettraient de mieux comprendre l'impact individuel des caractéristiques sur les performances des MAS.

La planification stratégique et tactique du déploiement du modèle d'optimisation constitue une prochaine étape importante. Selon diverses études, il existe une relation entre le jour de la semaine et la performance d'un établissement de jeu (Lucas & Bowen, 2002). Par conséquent, le mixte optimale d'appareil de jeux électronique pour le lundi n'est pas nécessairement le même que pour le samedi. Compte tenu du nombre de MAS et du coût de leur exploitation, la détermination d'un mixte d'appareil robuste permettrait de maximiser les performances des établissements de jeux tout en minimisant les problèmes de modification du mixte d'appareils sur une base régulière.

RÉFÉRENCES

- Abarbanel, B. L., Lucas, A. F., & Singh, A. K. (2011). Estimating the indirect effect of sports books on other in-house gaming volumes. *UNLV Gaming Research & Review Journal*, 15(2), 77-90.
- Azmier, J. J. (2005). *Gambling in Canada 2005: Statistics and context*: Canada West Foundation.
- Back, K.-J., Bowen, J., Alain, M., Dessureault, D., Brunelle, N., & Crête, C. (2009). When something goes wrong: Loto-Quebec's strategy to concentrate the offer of slot machines in mini-casinos. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 1(4), 379-385.
- Baloglu, S., & Assante, L. M. (1999). A content analysis of subject areas and research methods used in five hospitality management journals. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 23(1), 53-70.
- Baloglu, S., Zhong, Y. Y., & Tanford, S. (2014). Casino Loyalty The Influence of Loyalty Program, Switching Costs, and Trust. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 1096348014550922.
- Bayus, B. L., & Gupta, S. K. (1985). Analyzing floor configurations for casino slot machines. *Omega*, 13(6), 561-567.
- Blattberg, R. C., Briesch, R., & Fox, E. J. (1995). How promotions work. *Marketing science*, 14(3), 122-132.
- Board, N. G. C. (2016). *Gaming Revenue Report (November)*.
- Brandt, A. E., & Pietras, C. J. (2008). Gambling on a simulated slot machine under conditions of repeated play. *The Psychological Record*, 58(3), 405-426.
- Brevers, D., Noël, X., Bechara, A., Vanavermaete, N., Verbanck, P., & Kornreich, C. (2015). Effect of casino-related sound, red light and pairs on decision-making during the Iowa gambling task. *Journal of Gambling Studies*, 31(2), 409-421.
- Cantinotti, M., Ladouceur, R., & Jacques, C. (2004). Sports betting: Can gamblers beat randomness? *Psychology of Addictive Behaviors*, 18(2), 143-147.
- Chen, M., Tsai, H., & McCain, S.-L. C. (2012). A revenue management model for casino table games. *Cornell Hospitality Quarterly*, 53(2), 144-153.
- Chen, S. C., Shoemaker, S., & Zemke, D. M. V. (2013). Segmenting slot machine players: a factor-cluster analysis. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 25(1), 23-48.
- Chevalier, S., Hamel, D., Ladouceur, R., Jacques, C., Allard, D., & Sévigny, S. (2004). Comportements de jeu et jeu pathologique au Québec en 2002. *Québec, Institut national de santé publique du Québec*, 1-99.
- Chevalier, S., & Papineau, É. (2007). Analyse des effets sur la santé des populations des projets d'implantation de salons de jeux et d'hippodromes au Québec. *Rapport déposé aux directeurs régionaux de santé publique*, 1-75.
- Chin-Tsai, L., & In-Fun, L. (2008). Performance Evaluation for Casino Industry: Applying Grey Situation Decision-Making. *Journal of Grey System*, 20(4), 329-338.
- Churchill, G. A. (1995). *Marketing research: methodological foundations* (6th ed.). Orlando, FL: Harcourt Brace.
- Coates, E., & Blaszczynski, A. (2013). An analysis of switching and non-switching slot machine player behaviour. *Journal of Gambling Studies*, 29(4), 631-645.
- Coshall, J. T., & Charlesworth, R. (2011). A management orientated approach to combination forecasting of tourism demand. *Tourism Management*, 32(4), 759-769.
- Deslauriers, J., Gagné, R., Laurin, C., & Paré, J. (2016). *Productivité dans le secteur public québécois: la SAQ*.
- Deslauriers, J., Gagné, R., Laurin, C., & Paré, J. (2017). *Productivité dans le secteur public québécois: Loto-Québec*.

- Dixon, M. R., MacLin, O. H., & Daugherty, D. (2006). An evaluation of response allocations to concurrently available slot machine simulations. *Behavior Research Methods*, 38(2), 232-236.
- Dufour, M., Petit, S., & Brunelle, N. (2013). Pourquoi le poker est-il si attirant? Étude qualitative des motivations auprès des joueurs en salle et sur Internet. *Drogues, santé et société*, 12(2), 120-135.
- Fiege, J. D., & Baran, A. D. (2016). Optimizing the Mix of Games and their Locations on the Casino Floor. 1-27.
- Gallagher, T., Kohler, C., & Nicki, R. (2015). Prize Volatility and Presence or Absence of Anticipatory Stimulus Signally Reward as Predictors of Electronic Game Machine Behaviour of Gamblers. *Analysis of Gambling Behavior*, 9(2), 1.
- Ghaharian, K. C. (2010). *A mathematical approach for optimizing the casino slot floor: A linear programming application*. (Doctoral dissertation), University of Nevada, Las Vegas.
- Grochowski, J. (2001). Electronic table games find niche on slot floors. *Slot Manager*, 19, 22-36.
- Grubbs, F. E. (1969). Procedures for detecting outlying observations in samples. *Technometrics*, 11(1), 1-21.
- Gu, Z. (2003). Analysis of Las Vegas Strip casino hotel capacity: an inventory model for optimization. *Tourism Management*, 24(3), 309-314.
- He, Z., Deng, S., & Xu, X. (2006). *Approximation algorithms for k-modes clustering*. Paper presented at the International Conference on Intelligent Computing.
- Hendler, R., & Hendler, F. (2004). Revenue management in fabulous Las Vegas: Combining customer relationship management and revenue management to maximise profitability. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 3(1), 73-79.
- Hirsch, A. R. (1995). Effects of ambient odors on slot-machine usage in a Las Vegas casino. *Psychology & Marketing*, 12(7), 585-594.
- Hoffman, J. J., & Schniederjans, M. J. (1990). An international strategic management/goal programming model for structuring global expansion decisions in the hospitality industry: The case of Eastern Europe. *International Journal of Hospitality Management*, 9(3), 175-190.
- Hsieh, L.-F., & Lin, L.-H. (2010). A performance evaluation model for international tourist hotels in Taiwan—An application of the relational network DEA. *International Journal of Hospitality Management*, 29(1), 14-24.
- Illinois Gaming Report. (2015). *2015 Annual Report*.
- Iowa Racing & Gaming Commission. (2016). *Gaming Revenue Report - December 2016*.
- Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern recognition letters*, 31(8), 651-666.
- Jain, R. B. (2010). A recursive version of Grubbs' test for detecting multiple outliers in environmental and chemical data. *Clinical biochemistry*, 43(12), 1030-1033.
- Kilby, J., & Fox, J. (2005). *Casino Operations*: John Wiley & Sons
- Kim, J. H., & Kang, K. H. (2018). The effect of promotion on gaming revenue: A study of the US casino industry. *Tourism Management*, 65, 317-326.
- Kolm, P. N., Tütüncü, R., & Fabozzi, F. J. (2014). 60 Years of portfolio optimization: Practical challenges and current trends. *European Journal of operational research*, 234(2), 356-371.
- Kralj, A., & Solnet, D. (2010). Service climate and customer satisfaction in a casino hotel: An exploratory case study. *International Journal of Hospitality Management*, 29(4), 711-719.
- Ladouceur, R., Jacques, C., Sévigny, S., & Cantinotti, M. (2005). Impact of the format, arrangement and availability of electronic gaming machines outside casinos on gambling. *International Gambling Studies*, 5(2), 139-154.
- Ladouceur, R., & Sévigny, S. (2009). Electronic gambling machines: Influence of a clock, a cash display, and a precommitment on gambling time. *Journal of Gambling Issues*(23), 31-41.

- Lam, L. W., Chan, K. W., Fong, D., & Lo, F. (2011). Does the look matter? The impact of casino servicescape on gaming customer satisfaction, intention to revisit, and desire to stay. *International Journal of Hospitality Management*, 30(3), 558-567.
- Le Pelley, M. E. (2004). The role of associative history in models of associative learning: A selective review and a hybrid model. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, 57(3b), 193-243.
- Lee, C.-K., Lee, Y.-K., Bernhard, B. J., & Yoon, Y.-S. (2006). Segmenting casino gamblers by motivation: A cluster analysis of Korean gamblers. *Tourism Management*, 27(5), 856-866.
- Lee, S. K., & Jang, S. S. (2014). Spillover from Complimentary Item-Based Promotions Evidence from Atlantic City. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 38(1), 78-94.
- Leyes, C., Ley, C., Klein, O., Bernard, P., & Licata, L. (2013). Detecting outliers: Do not use standard deviation around the mean, use absolute deviation around the median. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(4), 764-766.
- Liu, X. R., & Wan, Y. K. P. (2011). An examination of factors that discourage slot play in Macau casinos. *International Journal of Hospitality Management*, 30(1), 167-177.
- Loto-Québec. (2008). *Rapport Annuel 2007-2008*. (ISBN 978-2-550-53317-7). Retrieved from lotoquebec.com.
- Loto-Québec. (2016). Two gaming halls, one world of electric excitement. Retrieved from salonsdejeux.com
- Loto-Québec. (2017). *Rapport Annuel 2016-2017*. (ISBN 978-2-550-78646-7). Retrieved from lotoquebec.com.
- Loto-Québec. (2018). *Rapport Annuel 2017-2018*. (978-2-550-81340-8). Retrieved from lotoquebec.com.
- Lucas, A. F. (2004). Estimating the impact of match-play promotional offers on the blackjack business volume of a Las Vegas hotel casino. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 17(4), 23-33.
- Lucas, A. F. (2013a). Estimating the Impact of Las Vegas Poker Rooms on Slot and Table Game Business Volumes Does Poker Really Carry Its Weight? *Cornell Hospitality Quarterly*, 54(4), 347-357.
- Lucas, A. F. (2013b). Examining the Link Between Poker Room Business Volume and Gaming Activity in Slot and Table Games: A Closer Look at a Key Assumption in the Full Service Theory. *UNLV Gaming Research & Review Journal*, 17(1), 43-63.
- Lucas, A. F. (2014). Exploring the Relationship between Race and Sports Book Wagering Activity and Daily Slot and Table Game Play. *UNLV Gaming Research & Review Journal*, 18(2), 85-104.
- Lucas, A. F., & Bowen, J. T. (2002). Measuring the effectiveness of casino promotions. *International Journal of Hospitality Management*, 21(2), 189-202.
- Lucas, A. F., & Brandmeir, K. D. (2005). Estimating the short-term effects of an increase in par on reel slot performance. *UNLV Gaming Research & Review Journal*, 9(2), 1-13.
- Lucas, A. F., & Brewer, K. P. (2001). Managing the slot operations of a hotel casino in the Las Vegas locals' market. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 25(3), 289-301.
- Lucas, A. F., & Dunn, W. T. (2005). Estimating the effects of micro-location variables and game characteristics on slot machine volume: A performance-potential model. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 29(2), 170-193.
- Lucas, A. F., Dunn, W. T., & Kharitonova, A. (2006). Estimating the indirect gaming contribution of bingo rooms. *UNLV Gaming Research & Review Journal*, 10(2), 39-54.
- Lucas, A. F., Dunn, W. T., Roehl, W. S., & Wolcott, G. M. (2004). Evaluating slot machine performance: A performance-potential model. *International Journal of Hospitality Management*, 23(2), 103-121.
- Lucas, A. F., Kilby, J., & Santos, J. (2002). Assessing the profitability of premium players. *The Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 43(4), 65-78.

- Lucas, A. F., & Roehl, W. S. (2002). Influences on video poker machine performance: Measuring the effect of floor location. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 12(4), 75-92.
- Lucas, A. F., & Santos, J. (2003). Measuring the effect of casino-operated restaurant volume on slot machine business volume: An exploratory study. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 27(1), 101-117.
- Lucas, A. F., & Singh, A. (2008). Decreases in a slot machine's coefficient of variation lead to increases in customer play time. *Cornell Hospitality Quarterly*, 49(2), 122-133.
- Lucas, A. F., Singh, A. K., Gewali, L. P., & Singh, A. (2009). An application of spatial population partitioning using Voronoi Diagrams: Principal component regression analysis of slot machine performance data. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 26(4), 415-429.
- Moss, S. E., Ryan, C., & Wagoner, C. B. (2003). An empirical test of Butler's resort product life cycle: Forecasting casino winnings. *Journal of Travel Research*, 41(4), 393-399.
- Nevada Gaming Control Board. (2016). *Gaming Revenue Report (November)*.
- Noseworthy, T. J., & Finlay, K. (2009). A comparison of ambient casino sound and music: Effects on dissociation and on perceptions of elapsed time while playing slot machines. *Journal of Gambling Studies*, 25(3), 331-342.
- Palmeri, C. (2004). Rebuilding the Roman Empire: can a massive makeover return Caesars to its Old Vegas glory. *Business Week*, 3888, 25-126.
- Pearlman, D. M. (2012). Two consumption models for United States casino areas utilizing competition and site attribute variables. *UNLV Gaming Research & Review Journal*, 4(2), 3.
- Price, W. C. (2013). Global gaming outlook: The casino and online gaming market to 2015. Retrieved from <https://www.pwc.com/gr/en/publications/assets/global-gaming-outlook-2011-2015.pdf>
- Provencal, E., & St-Pierre, D. L. (2017a, May 3-5, 2017). *Factors Affecting Daily Income in an Electronic Gaming Machine Facility*. Paper presented at the 12e édition du Congrès International de Génie Industriel, Compiègne, France.
- Provencal, E., & St-Pierre, D. L. (2017b). Factors Affecting Slot Machine Performance in an Electronic Gaming Machine Facility. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 11(7), 1327-1334.
- Provencal, E., & St-Pierre, D. L. (2017c, October 11-13, 2017). *Modeling Through Linear Regression for Improving Management of an Electronic Gambling Facility*. Paper presented at the International Conference of Computers & Industrial Engineering, Lisbon, Portugal.
- Repetti, T. (2012). Recent Research Trends in the Gaming Industry: A Content Analysis of Research Literature on Casino Profits. *UNLV Gaming Research & Review Journal*, 15(2), 91-108.
- Roxanaa, O., & Ioan, P. (2013). The effects of ambient scent on consumer behavior: A review of the literature. *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*, 22(1), 1797 - 1806.
- Suh, E., Dang, T. T., & Alhaery, M. (2014). Examining the effects of various promotion types on slot gaming volumes. *International Journal of Hospitality Management*, 37, 68-79.
- Suh, E., & Lucas, A. F. (2011). Estimating the impact of showroom entertainment on the gaming volumes of Las Vegas hotel-casinos. *International Journal of Hospitality Management*, 30(1), 103-111.
- Suh, E., Tanford, S., & Singh, A. (2012). The indirect gaming contributions of cash and comped casino dining: does providing complimentary meals pay off at the slots? *International Journal of Hospitality Management*, 31(4), 1303-1310.
- Suh, E., & Tsai, H. (2013). Examining the relationship between poker and the gaming volumes of Las Vegas hotel casinos. *Journal of Business Research*, 66(9), 1651-1658.

- Suh, E., & West, J. J. (2010). Estimating the impact of entertainment on the restaurant revenues of a Las Vegas hotel casino: An exploratory study. *International Journal of Hospitality Management*, 29(4), 570-575.
- Talukdar, D., Gauri, D. K., & Grewal, D. (2010). An empirical analysis of the extreme cherry picking behavior of consumers in the frequently purchased goods market. *Journal of Retailing*, 86(4), 336-354.
- Tanford, S., & Lucas, A. F. (2011). The indirect impact of casual dining on low-end gaming in destination and local casinos. *International Journal of Hospitality Management*, 30(3), 486-494.
- Thomas, L. Y., Thomas, N. J., & Ollstein, B. W. (2015). Exploring Casino Special Events: An Empirical Analysis for Determining Which Themed Celebrations and Tournaments Have An Indirect Effect on Increasing Slot Volumes. *Journal of Convention & Event Tourism*, 16(4), 310-337.
- Turner, N. E. (2011). Volatility, house edge and prize structure of gambling games. *Journal of Gambling Studies*, 27(4), 607-623.
- Vermot-Desroches, P. (2008). Les Ludoplex: pas encore rentables. Retrieved from <http://www.lapresse.ca/le-nouvelliste/actualites/200811/13/01-800244-les-ludoplex-pas-encore-rentables.php>
- Wan, Y. K. P. (2013). Mainland Chinese gamblers' casino design preferences. *Journal of Vacation Marketing*, 19(4), 359-374.
- Yi, S., & Busser, J. A. (2008). The influential attributes that affect resident slot gamblers' repatronage intentions and willingness to recommend casinos to others. *Journal of Hospitality & Leisure Marketing*, 16(4), 343-367.

ANNEXE A : CAS RÉEL APPLIQUÉ AU SDJQ DE TROIS-RIVIÈRES

L'Annexe A montre l'application du modèle d'optimisation au salon de jeux de Trois-Rivières. La modélisation des performances du SdjQ est d'abord présentée et les résultats sont ensuite présentés et discutés.

1 MODÉLISATION

Il est important de noter que la modélisation des performances du SdjQ de Trois-Rivières suit la même démarche que la modélisation des performances du SdjQ de Québec. Ainsi, les sections 5.2, 5.3.1 à 5.3.4 sont identiques et ne sont pas répétées. La sous-section 1.1 présente la description de l'établissement à l'étude et la sous-section 1.2 fournit les résultats de l'analyse de régression du *CIQ*. La sous-section 1.3 présente les résultats de l'analyse de régression des *PJ* et la sous-section 1.4 conclut le chapitre.

1.1 DESCRIPTION DE L'ÉTUDE DE CAS

Les données recueillies représentent les performances financières (*Coin-in Quotidien, CIQ*) et l'utilisation (*Parties Jouées, PJ*) des 202 appareils du salon de jeux de Trois-Rivières pour la période du 1^{er} janvier 2015 au 20 février 2017. Le plancher de jeux comprend 84 *Programmes* différents. 64 appareils ont un *Lot Progressif*, 191 appareils offrent des *Rondes Bonus* et 57 appareils sont *Multijeux*.

Le Tableau 17 et le Tableau 18 montrent les statistiques descriptives pour l'ensemble des variables incluses dans le modèle. Les tables sont séparées en fonction du format des variables. Le Tableau 17 montre la moyenne, la médiane, l'écart-type, le minimum et le maximum des variables continues et le Tableau 18 montre le pourcentage d'utilisation de chaque variable binaire et à niveaux.

Tableau 17 Statistiques descriptives des variables continues de Trois-Rivières

<i>Variable</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Médiane</i>	<i>Écart-Type</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>LCIQ</i>	7,73	7,64	0,41	6,34	8,92
<i>LPJ</i>	7,66	7,65	0,41	6,42	8,69
<i>MinC</i>	0,37	0,40	0,25	0,01	1,00
<i>MaxC</i>	3,11	2,50	0,90	1,50	8,80
<i>Dénomination</i>	3,40	1,00	3,89	1,00	100,00

LCIQ a une moyenne de 7,73 et une médiane de 7,64. Son maximum est à 8,92 et son minimum à 6,34. *LPJ* possède des statistiques similaires à celle de *LCIQ*. En effet, sa moyenne est de 7,66, sa médiane de 7,64, son écart-type de 0,41 tandis que la valeur minimale est de 6,42 et la valeur maximale est de 8,69. La *MinC* varie de 0,01 (une pièce) à 1,00 (100 pièces) tandis que la *MaxC* commence à 1,50 (150 pièces) et se termine à 8,80 (880 pièces) par mise. La *Dénomination* passe d'une pièce à 100 pièces. Les dénominations multiples n'ont pas été considérées dans ce tableau.

Tableau 18 Statistiques descriptives des variables non continues de Trois-Rivières

<i>Variable</i>	<i>Niveau</i>		<i>% de n</i>	<i>CIQ</i>	<i>PJ</i>
Position	Non optimal	0	79.61%	7.64	7.56
	Position optimale	1	20.39%	8.05	8.12
PRGSV	N'a pas de lot progressif	0	68.93%	7.63	7.53
	Lot progressif	1	31.07%	7.94	8.00
Rondes Bonus	N'a pas de Rondes Bonus	0	7.28%	8.09	8.08
	Rondes Bonus	1	92.72%	7.70	7.64
Multijeux	N'a pas de Multijeux	0	72.33%	7.85	7.80
	Multijeux	1	27.67%	7.40	7.35
Programme*	20 Groupes	0 — 13	3.88 % — 27,67 %	7.17-8.69	7.29-8.45
Langue	Français	0	33.98%	7.55	7.49
	Anglais	1	66.02%	7.82	7.77
	Bally	1	36.89 %	7.75	7.74
Marque	WMS	2	15.53 %	7.84	7.80
	IGT	3	35.92 %	7.48	7.43
	Konami	4	8.74 %	8.22	7.95
	Aristocrate	5	2.91 %	8.39	8.36

Les appareils situés dans un bon emplacement représentent 20,39 % de tous les appareils, ce qui correspond à une moyenne d'un appareil sur cinq. 31,07 % des machines ont des lots progressifs, tandis que 92,72 % des machines à sous offrent des rondes bonus en tant que récompense pour les joueurs. Les machines *Multijeux* correspondent à 27,67 % des appareils étudiés. Évidemment, cette étude n'est pas en mesure d'évaluer individuellement l'ensemble des programmes offerts dans les SdjQ dus à des limitations expérimentales. Ainsi, les machines ont été séparées en différents groupes en fonction des caractéristiques similaires. 13 groupes ont été créés. Le pourcentage de répartition des groupes varie d'environ 4 % (groupe 1) à 27,67 % (groupe 13). Environ les deux tiers des appareils étudiés ont leur programme en anglais, tandis que seulement 34 % sont en

français. Le salon de jeux de Trois-Rivières, tout comme celui de Québec, offre cinq *marques* à sa clientèle. *Bally* (36,89 %) et *IGT* (35,92 %) sont les marques les plus représentées, respectivement suivies par *WMS*, *Konami* et *Aristocrate*, qui représentent les 27 % restants des machines.

1.2 RÉSULTATS ET DISCUSSION POUR LE *CIQ*

L'analyse de régression linéaire est évaluée au niveau de signification $\alpha = 0,05$. Le logiciel SPSS (version 23.0) et Minitab 17 ont été utilisés pour exécuter l'analyse. Le R^2 ajusté est 85,68 % et la valeur de F ($F = 54,31$) est significative, comme démontré par sa valeur de p ($p\text{-value} < 0,001$, $dl = 23$). L'équation est de la régression multiple est illustrée en A1.1.

$$\begin{aligned}
 CIQ = & 2219 - 395MinC - 125MaxC - 7Dénomination - \\
 & 270Position - 101PRGSV - 584Ronde Bonus + \\
 & 4341Programme2 + 3515Programme3 + 3125Programme4 + \\
 & 2584Programme5 + 1975Programme6 + 2003Programme7 + \\
 & 1036Programme8 + 733Programme9 + 443Programme10 + \\
 & 415Programme11 + 441Programme12 - 229Programme13 - \\
 & 58Français + 522Bally + 387IGT + 533Konami + 479WMS
 \end{aligned}
 \tag{A1.1}$$

L'analyse de la variance permet de déterminer la contribution de chaque variable. Le Tableau 19 montre l'analyse de la variance, notamment les degrés de liberté (ddl), la contribution, le F-value et le p-value.

Tableau 19 Analyse de la variance pour *CIQ*

Variable	Sommes des carrés	ddl	Carré moyen	Contribution (%)	F-Value	P-Value
MaxC	2 536 191	1	2 536 191	0,17	9,10	0,003
MinC	730 978	1	730 978	2,80	2,62	0,107
Dénomination	379 838	1	379 838	2,10	1,36	0,245
Programme	139 095 944	12	11 591 329	80,69	41,57	0,000
Position	1 373 582	1	1 373 582	0,34	4,93	0,030
PRGSV	182 580	1	182 580	0,00	0,65	0,419
Rondes Bonus	2 028 398	1	2 028 398	0,74	7,28	0,008
Langue	88 200	1	88 200	0,04	0,32	0,575
Marque	1 442 026	4	360 506	0,36	1,29	0,274
Régression	347 233 308	23	15 097 100	87,25%	54,15	0,000

Erreur	50 744 226	182	278 814	12,25%		
Manque d'ajustement	38 470 062	68	565 736	9,67	5,25	0,000
Erreur Pure	12 274 164	114	107 668	3,08		

Le *Programme* des appareils est de loin la variable ayant la plus forte contribution, à plus de 80 %. Elle est suivie de la *Mise minimale* à 3 %, de la *Dénomination* à 2% et des *Rondes Bonus* à moins de 1%. L'ensemble des variables a une contribution totale de 87,25 %. Le manque d'ajustement (Lack-of-fit) représente 9,67 %, et l'erreur pure (pure error) atteint environ 3,08 %. Ces pourcentages montrent qu'aucune variable importante n'est manquante, bien que l'ajout de certaines variables pourrait permettre de réduire le manque d'ajustement. Le comportement des appareils est encore une fois prédictible, peut être modélisé et peut être contrôlé.

Le Tableau 20 présente les résultats de l'analyse de régression multiple sur la variable dépendante *CIQ* pour le modèle de Trois-Rivières.

Tableau 20 Résultats détaillés de la régression linéaire de *CIQ* à Trois-Rivières

<i>Variable</i>	<i>F-Value</i>	<i>P-value</i>	<i>Niveau</i>	<i>Coefficient Beta</i>	<i>SE coef.</i>
Constante	-	0,000	-	2219	399
MinC	2,56	0,111	-	-395	247
MaxC	9,37	0,003	-	-125	41
Dénomination	1,75	0,188	-	-7	5
Position	4,77	0,030		270	124
PRGSV	0,63	0,427	1	-101	127
Rondes Bonus	7,76	0,006	1	-584	210
Programme	40,41	0,000	[2, 3, 4, 5] [6, 7, 8, 9] [10, 11, 12, 13]	[4341, 3515, 3125, 2584] [1975, 2003, 1036, 733] [443, 415, 411, -229]	[276, 276, 269, 241] [233, 207, 238, 266] [193, 181, 185, 213]
Langue	0,26	0,609	Français	-58	113
Marque	1,32	0,263	[Bally, IGT] [Konami, WMS]	[522, 387] [533, 479]	[281, 290] [287, 282]

Une analyse du facteur d'inflation de variance (VIF) sur la variable *Multijeux* indique qu'il y a des problèmes de multicollinéarité entre le groupe #1 et avec la variable *Dénomination* concernant la multidénomination. Ainsi, la variable *Multijeux* a été supprimée du modèle pour obtenir un modèle qui correspond mieux au modèle de régression des performances individuelles des MAS.

La *position* des appareils (p -value = 0,030) produit un impact positif et significatif sur la variable dépendante, tel que montré par son coefficient bêta de 270. Bien que ce résultat soit conforme à la littérature, il diffère de l'étude réalisée au salon de jeux de Québec. La caractéristique *Rondes Bonus* a un impact significatif, mais négatif sur les performances des appareils, tel que montré par son p -value de 0,006 et son coefficient bêta de -584. La variable *Programme* (p -value < 0,001) rejette l'hypothèse nulle. Cette variable influence grandement la variable dépendante. En considérant que le premier groupe a servi de base pour la régression, tous les groupes, sauf le dernier, ont un effet positif sur le *CIQ*. L'apport des groupes aux performances des MAS varie entre -229 et 4341. La mise minimale (p -value = 0,111) n'a pas d'effet sur le *CIQ*, à α , tandis que la mise maximale a un effet positif, mais étonnement négatif sur la variable dépendante. La dénomination accepte l'hypothèse nulle, comme indiqué par son p -value de 0,188. La variable *PRGSV* (p -value = 0,427) ne parvient pas à avoir un impact sur les performances des appareils. Ce résultat est conforme à la littérature, mais diffère du résultat obtenu au SdjQ de Québec. La *Langue* n'a pas d'influence sur les performances des appareils, telle que montrée par le p -value de 0,609. La *Marque* (p -value = 0,263) ne produit pas d'effet significatif sur le *CIQ*.

Les résultats sont légèrement différents de ceux de la littérature des casinos et de ceux du salon de jeux de Québec. Des variables telles que la *Position* et le *Programme* ont des comportements similaires à ceux de la littérature. La *Langue* et les *Rondes Bonus* ont des comportements similaires dans les deux SdjQ. Cependant, le comportement de la *Mise minimale*, de la *Mise maximale* et de la *Dénomination* sont clairement différents. Les différences entre la littérature des casinos et les SdjQ sont, par exemple, le fait que les lots progressifs produisent un impact positif et significatif sur la variable dépendante (Lucas et al., 2004). Également, la caractéristique *Rondes Bonus*, qui est semblable à la caractéristique *Game-within-a-game*, produit un impact négatif. Il est aussi intéressant de

noter que les variables telles que la *Position*, la *MinC*, la *MaxC* et les *PRGSV* ont tous un comportement différent à Trois-Rivières en comparaison à Québec, ce qui indique clairement que la capacité est suffisante pour l'établissement de jeux de Trois-Rivières.

La *Position* et la microlocalisation des appareils sur l'aire de jeux affectent généralement la performance des MAS. Une position avantageuse produit une augmentation d'environ 270 crédits. Puisque la position et la microlocalisation aident à produire de meilleures performances, la direction des SdjQ peut utiliser cette relation pour maximiser les performances de l'ensemble du plancher de jeux. Par exemple, ils peuvent revitaliser une machine qui sous-performe ou augmenter la performance de jeux populaires en les disposant dans une position plus avantageuse. Ils pourraient créer des groupements de clients profitant d'un ensemble d'appareils intéressants dans la même zone. D'une part, cela créerait une ambiance attrayante, et d'une autre part, cela aiderait l'installation à attirer des clients à proximité des appareils, ce qui aiderait à augmenter le volume d'affaires de l'ensemble de l'installation.

Le *Programme* de l'appareil est la variable la plus importante de ce modèle. Ce n'est pas une surprise puisque c'est la deuxième variable la plus importante du modèle de régression réalisé au SdjQ de Québec. Le SdjQ de Trois-Rivières pourrait potentiellement améliorer leur performance en remplaçant les MAS offrant un programme non intéressant par des appareils offrant un programme plus attrayant. Par exemple, remplacer un appareil du groupe 13 par un du groupe 1 produirait une augmentation d'environ 4500 crédits par jour et par machine. Afin de maximiser leurs performances, les établissements de jeux doivent offrir une bonne combinaison de programmes sur le plancher de jeux. Évidemment, il s'agit d'un problème complexe puisque la notion de diversité doit être considérée dans le but d'assurer la satisfaction de tous les types de clients.

La *Langue* a été introduite comme un facteur possible de variation de la performance individuelle des appareils. Les villes de Québec et Trois-Rivières sont situées dans un marché où la majorité de la population parle français. Cependant, une partie importante des MAS sont en anglais. Il serait donc possible que les clients préfèrent les appareils en français. Cependant, les résultats indiquent que la *Langue* de la machine a sous n'influence pas ses performances. La *Marque* de la machine n'influence pas ses performances. Bien

qu'il existe des différences entre les marques, ces différences ne sont pas suffisamment importantes.

Les résultats indiquent que la *MaxC* influence les performances des appareils et que cette influence est négative. La clientèle préfère donc jouer sur des appareils à faible mise maximale et elle ne considère ni la mise minimale ni la dénomination pour faire son choix d'appareils. Une diminution générale de la *MaxC* aiderait donc le SdjQ de Trois-Rivières à améliorer ses performances étant donné que les clients préfèrent miser sur les machines ayant une mise maximale plus faible.

La littérature a montré à l'aide de plusieurs études que les appareils ayant des lots progressifs ou offrant plusieurs jeux (*Multijeux*) produisent des performances plus faibles que les machines n'ayant pas ces caractéristiques. Ainsi, cela n'est pas étonnant que ces conclusions demeurent vraies pour le salon de Jeux de Trois-Rivières. Cette recherche suggère donc de remplacer les machines *Multijeux* par des appareils traditionnels. Cela devrait vraisemblablement accroître les performances du département de MAS. Cette recherche montre que la variable *Rondes Bonus* est un facteur important et significatif. Cependant, cette caractéristique produit des résultats négatifs. Une diminution du nombre d'appareils offrant des *Rondes Bonus* est envisageable et recommandable.

1.3 RÉSULTATS ET DISCUSSION POUR LES *PJ*

Le R^2 ajusté est 76,86 % et la valeur de F ($F = 30,60$) est significative, comme que démontré par sa valeur de p ($p\text{-value} < 0,001$, $dl = 23$). L'équation est de la régression multiple est illustrée en A1.2.

$$\begin{aligned}
 PJ = & 1544 + 1307MinC + 141MaxC + 14Dénomination - \\
 & 366Position + 397PRGSV - 205Ronde Bonus + \\
 & 2246Programme2 + 1676 + 1427Programme4 + \\
 & 725Programme5 + 295Programme6 + 1050Programme7 - \\
 & 154Programme8 + 787Programme9 - 379Programme10 - \\
 & 556Programme11 - 743Programme12 + 1254Programme13 + \\
 & 15Français - 308Bally - 30387IGT - 829Konami - 177WMS
 \end{aligned}
 \tag{A1.2}$$

L'analyse de la variance permet de déterminer la contribution de chaque variable. Le Tableau 21 montre l'analyse de la variance pour les *PJ*. L'ensemble des variables expliquent 79,46 % de la variance totale.

Tableau 21 Analyse de la variance pour *PJ*

Variable	Sommes des carrés	ddl	Carré moyen	Contribution (%)	F-Value	P-Value
MaxC	3 247 390	1	3 247 390	2,63	22,32	0,000
MinC	7 771 200	1	7 771 200	21,20	9,33	0,003
Dénomination	2 302 690	1	2 302 690	0,08	6,61	0,011
Programme	82 794 292	12	6 899 524	52,08	19,82	0,000
Position	2 435 502	1	2 435 502	0,61	7,00	0,009
PRGSV	2 713 080	1	2 713 080	0,51	7,79	0,006
Rondes Bonus	259 181	1	259 181	0,01	0,74	0,389
Langue	5 157	1	5 157	0,02	0,01	0,903
Marque	7 157 971	4	1 789 493	2,32	5,14	0,001
Régression	245 043 089	23	10 654 047	79,46	30,60	0,000
Erreur	63 360 630	182	348 135	20,54		
Manque d'ajustement	44 163 542	68	649 464	14,32	3,86	0,000
Erreur Pure	19 197 088	114	168 396	6,22		

La variable ayant la plus forte contribution est le *Programme* des appareils, expliquant 52,08 % de la variance de *PJ*. La variable ayant la deuxième plus forte contribution est la mise minimale, avec une contribution de 21,20 %. Elle est suivie par la *Mise minimale* contribuant à 2,63 %. La variable *Marque* contribue à 2,32 %. L'ensemble des variables restantes ont une contribution inférieure à 1 %. Les variables *Position*, *Ronde Bonus*, *Dénomination* et *Langue* ont une contribution respective de 2,95 %, 2,71 %, 1,35 % et 0,27 %.

L'erreur constitue 20,54 % de la variance des performances. Elle est divisée en deux parties, soit le manque d'ajustement (Lack-of-fit), représentant 14,32 %, et l'erreur pure (pure error), atteignant 6,22 %. Ces pourcentages expliquent deux choses. La première est que les performances des appareils, sur le plan de la variable dépendante *PJ*, sont prévisibles puisque l'erreur pure n'est que de 6,22 %. La deuxième est que certaines variables, non incluses dans ce modèle, pourraient permettre de mieux expliquer la

variance des performances, puisque le manque d'ajustement atteint 14,32 %, ce qui est le plus important des quatre modèles de régression multiple étudiés.

Le Tableau 22 présente les résultats de l'analyse de régression multiple pour le modèle de Trois-Rivières pour la variable dépendante *PJ*.

Tableau 22 Résultats détaillés de la régression linéaire de *PJ* à Trois-Rivières

<i>Variable</i>	<i>F-Value</i>	<i>P-value</i>	<i>Niveau</i>	<i>Coefficient Beta</i>	<i>SE coef.</i>
Constante	-	0,001	-	1544	449
MinC	22,32	0,000	-	1307	277
MaxC	9,33	0,003	-	141	46
Dénominateur	6,61	0,011	-	14	6
Position	7,00	0,009	1	366	138
PRGSV	7,79	0,006	1	397	142
Rondes Bonus	0,74	0,389	1	-205	238
Programme	19,82	0,000	[2, 3, 4, 5] [6, 7, 8, 9] [10, 11, 12, 13]	[2246, 1676, 1427, 725] [295, 1050, -154, 787] [-379, -556, -743, -1254]	[310, 309, 301, 270] [261, 232, 266, 298] [217, 202, 206, 243]
Langue	0,01	0,903	Français	15	126
Marque	5,14	0,001	[Bally, IGT] [Konami, WMS]	[-308, -30] [-829, -177]	[314, 324] [321, 316]

Une analyse du facteur d'inflation de variance (VIF) pour l'ensemble des variables indique encore une fois un problème de multicolinéarité avec la variable *Multijeux*. La variable a été retirée du modèle de régression.

La *position* des appareils (p-value = 0,009, coefficient bêta = 366) sur le plancher de jeux a un impact positif et significatif sur le nombre de parties jouées. Un tel résultat est conforme aux principaux résultats de la littérature et aux résultats du modèle de régression multiple du *CIQ* de Trois-Rivières. Cependant, ce résultat diffère de celui du SdjQ de Québec. La variable *Rondes Bonus* (p-value = 0,389) n'a pas d'impact significatif sur le nombre de parties jouées des appareils, ce qui est largement surprenant compte tenu de la nature de cette caractéristique.

Les *Programmes* (p-value < 0,001) des appareils ont un impact important sur le nombre de parties jouées. Il s'agit de l'une des variables les plus importantes du modèle, tel que montré par son F-value de 19,82. Le coefficient des différents groupes varie entre -1254 et 2246. La mise minimale (p-value < 0,001) a également un impact important sur le nombre de parties jouées. Il s'agit de l'une des variables les plus importantes, telles que montrées par son F-value de 22,32. Il est cependant surprenant de constater que le nombre de parties jouées augmente avec une augmentation de la mise minimale. Il s'agit d'un résultat contre-intuitif qui peut s'expliquer par le fait que les machines les plus intéressantes ont généralement une mise minimale élevée. Aussi, il est généralement vrai que les gains sont plus importants sur les machines ayant de plus fortes mises. La dénomination (p-value = 0,011) a un impact significatif, mais faible sur la variable dépendante. Son impact est de 14 parties par crédit d'augmentation de la dénomination. La variable PRGSV (p-value = 0,006) a un impact positif et significatif sur les *PJ*, tel que montré par son coefficient bêta de 397. Ce résultat est différent de celui du modèle de régression du *CIQ* pour le SdjQ de Trois-Rivières. Encore une fois, la *Langue* (p-value = 0,903) des appareils n'a aucun impact sur les performances des appareils. Cette variable n'a aucun impact sur l'ensemble des quatre modèles de régression évalués. Finalement, la *Marque* des appareils (p-value = 0,001) a un impact sur le nombre de parties jouées. Toutes les marques ont un impact négatif sur la variable dépendante en comparaison à la marque qui a servi de point de base.

Les résultats du modèle de régression des *PJ* se distinguent des résultats des autres modèles. En effet, les variables *PRGSV*, *Position*, *Dénomination* et *Marque* ont tout un impact significatif, ce qui n'est le cas pour l'ensemble des modèles. La plupart des résultats ont cependant des similitudes, ce qui permet d'utiliser un modèle d'optimisation identique au modèle de Québec en modifiant certaines contraintes et catégories d'appareils. Un résultat surprenant est le fait que la caractéristique *Rondes Bonus*, qui offre des parties gratuites aux utilisateurs, n'a pas d'impact sur le nombre de parties jouées par les appareils. Il semble que cette caractéristique ne soit pas du tout appréciée par la clientèle, puisqu'elle n'a pas d'impact sur la variable *PJ* pour le modèle de Québec et a un impact négatif sur le *CIQ* pour chacun des SdjQ. Il serait donc utile de diminuer le nombre d'appareils offrant des *Rondes Bonus*.

La *Position* et la microlocalisation des appareils sur l'aire de jeux affectent la variable *PJ*. Il est important de noter que cette variable a un impact significatif et positif pour les deux modèles de régression du SdjQ de Trois-Rivières. Puisque la position a un impact positif et significatif, il est donc possible pour la direction des SdjQ d'utiliser cette relation pour maximiser les performances de l'ensemble du plancher de jeux. À l'aide des stratégies d'optimisation présentées à la section 3, il est possible de créer des zones où il pourrait avoir des regroupements de joueurs profitant des appareils intéressants. Il serait alors possible de revitaliser certains appareils ou d'augmenter les performances de certains appareils. Cela pourrait éventuellement créer une ambiance plus attrayante et aider l'établissement à attirer des clients à proximité de certains appareils ciblés, ce qui aiderait à augmenter le volume d'affaires de l'ensemble de l'installation.

Les différents *Programmes* représentent la variable la plus importante de ce modèle. Il s'agit de l'une des variables plus importantes pour l'ensemble des 4 modèles de régression multiple évaluée dans cette recherche. Une revue de l'ensemble des programmes offert par l'établissement pourrait permettre d'améliorer les performances du SdjQ. Les SdjQ doivent offrir une bonne combinaison de programmes sur le plancher de jeux. Il s'agit toutefois d'un problème complexe puisque la notion de diversité doit être considérée afin de satisfaire l'ensemble de la clientèle.

Il existe une différence de performances entre les marques des appareils. *Aristocrate*, qui a servi de base pour la régression montre les meilleures performances parmi les marques offertes à Trois-Rivières. *Konami* est la marque qui est la moins appréciée par la clientèle, avec un coefficient bêta négatif de 829. Les 3 marques restantes ont des performances négatives de -30 à -308 par rapport à *Aristocrate*. Chacune des marques a des caractéristiques qui leur sont propres, telle que les graphiques et les animations, ce qui explique les différences de performances entre les marques.

L'analyse de régression multiple montre que les mises minimales et maximales ont un impact positif et significatif sur la variable dépendante *PJ*. Les appareils ayant de plus fortes mises ont donc une moyenne de parties supérieures aux appareils à faibles mises. Une explication provient du fait que les appareils *Multijeux*, qui ont de faibles performances, ont des mises faibles tandis que les appareils les plus attrayants et prisés de

la clientèle ont des mises plus élevées. Cette relation est différente pour ce qui est de la variable dépendante *CIQ*. Il s'agit donc d'une relation complexe qui devrait être considérée soigneusement lors de décisions affectant les mises minimales et maximales totales.

La variable *PRGSV*, qui n'affecte pas le *CIQ*, a un impact positif et significatif sur le nombre de parties jouées. Bien que cette variable n'augmente pas les performances financières des appareils l'offrant, elle permet d'augmenter le nombre de parties jouées par les appareils, ce qui permet aux utilisateurs de jouer davantage. Augmenter le nombre d'appareils offrant des lots progressifs pourrait permettre au SdjQ de Trois-Rivières de satisfaire l'un des objectifs du modèle d'optimisation qui est d'offrir le plus grand nombre de parties jouées que possible à la clientèle.

Finalement, les appareils *Multijeux*, bien qu'éliminés de ce modèle, présentent des performances plus faibles que tout autre type d'appareils. Encore une fois, cette recherche suggère de remplacer ces appareils par d'autres types d'appareils (traditionnels). Cela devrait augmenter le *CIQ* et les *PJ* moyens de l'ensemble des appareils.

1.4 CONCLUSION

Les résultats des analyses de régression multiple montrent qu'ils existent des différences de performances et de comportements importants entre les deux salons de Jeux du Québec. Bien que plusieurs résultats et variables ont des similitudes au point de vue des performances et du comportement, les différences justifient la modification de stratégie d'optimisation pour le SdjQ de Trois-Rivières. En effet, certaines contraintes devraient être modifiées (valeur de la contrainte) afin de mieux cerner la situation de l'établissement de Trois-Rivières. En outre, le modèle de programmation par but génère 100 solutions. La solution qui sera sélectionnée pour mettre en place dans l'établissement de Trois-Rivières devra être choisie en conséquence de la réalité du SdjQ et des performances et du comportement des appareils.

2 OPTIMISATION

Les résultats des analyses de régression multiple ont montré qu'il existe des différences entre les performances des appareils de Québec et ceux de Trois-Rivières. En effet, certaines variables ont une importance plus marquée à Québec, tandis que d'autres

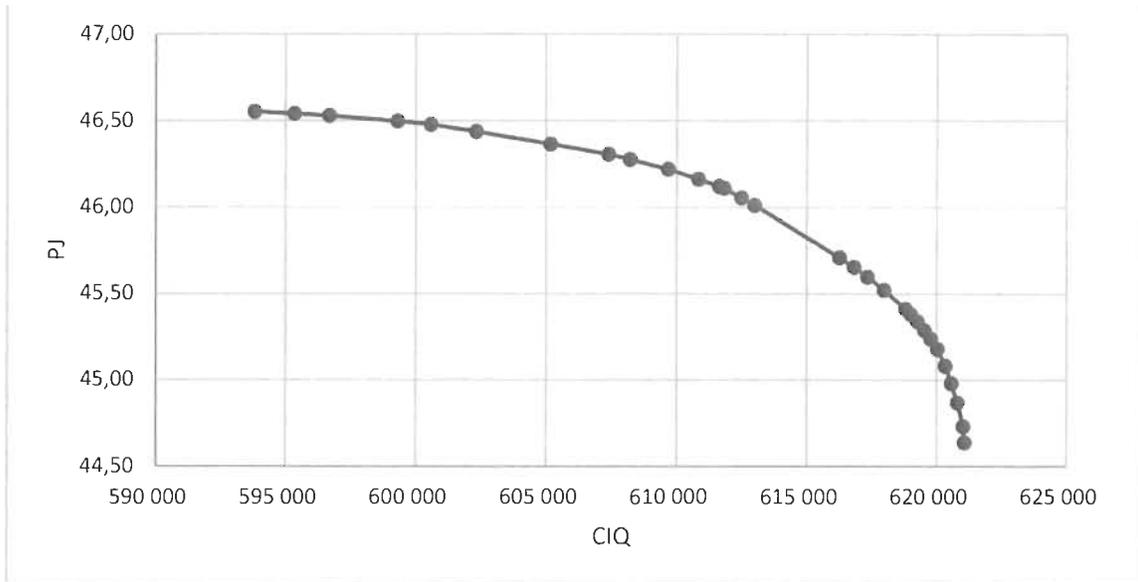
variables ont une importance plus importante à Trois-Rivières. Néanmoins, les différences ne sont pas majeures et ne justifient pas la mise au point d'un modèle spécifique d'optimisation différent entre chacun des établissements de jeux. Également, par souci de simplicité et pour des fins de comparaisons entre les deux SdjQ, le modèle d'optimisation adaptée au salon de jeux de Trois-Rivières utilise la même modélisation que celui de Québec (variables, fonction objectif et contraintes). La section 6.1 fournit le détail de ce modèle.

2.1 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Cette section présente la résolution du modèle d'optimisation pour un second cas d'application réelle, le salon de jeux de Trois-Rivières. Cette section fournit les résultats de l'application du cas réel, discute des résultats et présente une analyse d'une solution optimale. Le modèle a été implémenté dans *Microsoft Excel* et a été résolu en utilisant *What's Best 14.0.1.2*. Le modèle implique 214 variables et 438 contraintes. La résolution par un ordinateur de 2,60 GHZ prend moins de 10 minutes.

Le modèle de programmation par but a été résolu pour toutes les valeurs de ω_1 et ω_2 , variant entre 0 et 100 %. La présentation des 100 résultats est vaste et ne peut donc pas être présentée sous un format tabulaire. Les résultats sont exprimés à la Figure 9. La figure présente la courbe de compromis entre chacun des objectifs, en fonction du poids de chaque objectif ω_1 et ω_2 .

Figure 9 Résultats du modèle de programmation par but pour Trois-Rivières



La courbe de compromis montre que les solutions générées par la résolution du modèle améliorent la qualité du mixte d'appareils de jeux électroniques. L'augmentation maximale du CIQ , à $\omega_1 = 1$, est de 20,4 % par rapport aux performances originales, tandis que l'augmentation correspondante des PJ est de 15,9 %. L'augmentation maximale des PJ , à $\omega_1 = 0$, représente 20,9 % tandis que l'augmentation correspondante du CIQ est de 15,1 %. Il est à noter que les performances initiales sont de 515 788 (CIQ) et de 38,43 (PJ). Pour les valeurs comprises de ω_1 comprises dans l'intervalle $[0,34, 1]$, l'augmentation du CIQ représente un minimum de 18 %. Pour les valeurs de ω_1 dans l'intervalle $[0, 0,63]$, l'augmentation minimale du nombre moyen de parties jouées représente 18 %. À $\omega_1 = 0.50$, l'augmentation du CIQ est de 18,6 % alors qu'elle est de 19,7 % pour les PJ . L'intervalle $[0.34, 0.63]$ inclus les solutions ayant les compromis les plus équitables entre chacun des objectifs.

Le Tableau 23 présente l'augmentation des performances du SdjQ de Trois-Rivières, en matière de CIQ et de PJ , pour quelques exemples de solutions.

Tableau 23 Augmentation des performances du SdjQ de Trois-Rivières

	CIQ (CIQ , %)		PJ (PJ , %)	
$\omega_1 = 1$	621 075	20.4 %	44,64	15.9 %
$\omega_1 = 0.5$	611 807	18.6 %	46,11	19.7 %
$\omega_1 = 0$	593 808	15.1 %	46,55	20.9 %

Bien que les solutions générées ont le potentiel de grandement améliorer la qualité de l'ensemble d'appareils de jeux électronique, choisir une solution unique est difficile. Il est donc nécessaire de reposer la décision sur un ensemble de critères d'évaluation/performance afin de sélectionner la solution à déployer.

Premièrement, il est utile de considérer le coût moyen global pour jouer/miser une partie sur une machine en tant que critère de sélection. Donc, en comparaison à la valeur initiale, la variation de ce critère pour les solutions générées est comprise entre -5 % et 6 %. Le SdjQ peut choisir une solution qui diminue le coût moyen global pour jouer, qui le maintient sensiblement égal ou qui l'augmente. En pratique, il semble plus judicieux de limiter l'augmentation de ce critère, pour des raisons éthiques entre autres. Deuxièmement, il semble également judicieux de choisir une solution qui est un compromis intéressant entre les deux indicateurs de performances (*CIQ* et *PJ*). En fait, augmenter le nombre de parties jouées permettrait, à long terme, d'augmenter le nombre de visiteurs qui visitent régulièrement l'établissement. Le SdjQ de Trois-Rivières pourrait ainsi bénéficier d'une augmentation de sa clientèle, de sa popularité et inévitablement de ses revenus. Troisièmement, il est aussi intéressant de limiter le nombre de changements appliqué au plancher de jeux. Certaines solutions nécessitent moins de changements d'appareils et pourraient réduire la période de transition entre l'ensemble original et l'ensemble optimal d'appareils.

En résumé, l'efficacité du modèle d'optimisation a été prouvée à l'aide d'une seconde application à un cas réel, celui du SdjQ de Trois-Rivières. Les résultats illustrés par la Figure 9 et le Tableau 23 montrent qu'il y a des améliorations potentielles possibles à apporter à l'ensemble actuel d'appareils de jeux électroniques. La courbe de compromis montre l'augmentation des deux indicateurs de performances pour l'ensemble des solutions générées. Bien que cette recherche ne recommande pas une solution unique, une discussion sur certains critères de sélection a donné des pistes pour aider la sélection de la solution à mettre en œuvre.

2.2 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cette sous-section analyse la solution maximisant le *CIQ*, soit celle où $\omega_1 = 1$. Le *CIQ* peut être potentiellement augmenté de 20,4 % en procédant à 55 changements à l'ensemble actuel d'appareils.

Le nombre de machines offrant des lots progressifs passe de 60 à 76 (27 %), ce qui est une augmentation importante et intéressante. Il est important de rappeler que cette caractéristique affecte significativement les performances des appareils, selon l'analyse de régression multiple. L'ajout de 16 appareils ayant un lot progressif indique, une nouvelle fois, que cette caractéristique contribue à générer un revenu plus élevé ou à produire des *PJ* tout en étant appréciée par une large proportion de la clientèle. Le nombre de machines offrant des rondes bonus est demeuré relativement stable à 178, soit une baisse de seulement 3 machines. Le mélange optimal comprend tout de même 90 % de machines offrant des rondes bonus. Le nombre de programmes différents a également diminué, montrant que les programmes appréciés par une grande partie de la clientèle sont sous-représentés dans le contexte actuel. Cela implique qu'il peut y avoir une trop grande diversité de programmes dans l'ensemble actuel. Les solutions générées par le modèle augmentent le nombre d'appareils intéressants et éliminent les programmes qui n'offrent pas de bonnes performances.

2.2.1 APPLICATION À UN CAS RÉEL

Au cours de janvier 2017, le SdjQ de Trois-Rivières a appliqué 11 modifications à son aire de jeux. Cette recherche simule l'élimination et l'ajout de ces 11 appareils, et ce sur la même période et sous les mêmes conditions ($\omega_1 = 1$) à des fins de comparaison.

Des 11 appareils retirés, le modèle approuve six changements réels (55 %), démontrant que le modèle répond bien aux différents objectifs d'optimisation des établissements de jeux. Les cinq changements qui diffèrent ont des caractéristiques et des performances qui sont similaires. La différence est expliquée par le fait que le modèle ne peut pas tricher et considère un ensemble plus important de contraintes. Ainsi, le modèle choisit les appareils correspondant le plus aux critères de performances tout en respectant les contraintes, ce

que le SdjQ ne considère pas nécessairement. Il est encore une fois à noter que le SdjQ a violé des contraintes imposées au modèle lors du remplacement d'appareils.

La résolution du problème lié au modèle d'optimisation suggère l'ajout de 11 différents appareils, tandis que les SdjQ ont ajouté seulement 4 groupes différents d'appareils. La plupart des appareils sélectionnés par le modèle ont une mise minimale entre 0,60 \$ et 1,00 \$, une mise maximale entre 3,00 \$ et 6,00 \$ et offrent un lot progressif.

Le Tableau 24 montre l'impact des changements sur le *CIQ* pour les 11 changements discutés (amélioration locale) et pour l'application à l'ensemble des appareils (amélioration globale) pour la solution correspondant à $\omega_1 = 1$. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'augmentation par rapport aux performances réelles du SdjQ. Les résultats montrent que le modèle d'optimisation surpasse le SdjQ par 2,56 % pour l'amélioration locale et que les performances de l'ensemble d'appareils peuvent être améliorées de 20,4 %.

Tableau 24 Impact des changements de l'application du cas réel à Trois-Rivières

	<i>SdjQ</i>	<i>Modèle d'optimisation</i>	<i>Différence</i>
Amélioration locale	5.19 %	7.75 %	2.56 %
Amélioration globale	0 %	20.4 %	20.4 %

Les solutions générées par la résolution du modèle d'optimisation appliqué au SdjQ de Trois-Rivières montrent que le modèle d'optimisation développée dans cette étude réussit à améliorer la qualité de l'ensemble d'appareils de jeux électroniques déployés dans les salons de jeux de Québec et Trois-Rivières. Les solutions améliorent à la fois le *CIQ* et le *PJ*, et ce pour les exercices locaux et globaux. Le modèle peut donc servir à la fois pour un objectif précis, tel que le changement d'un nombre donné d'appareils ou pour la planification stratégique globale du plancher de jeux, grâce à un déploiement complet de l'ensemble optimal d'appareils. Il est important de noter que les améliorations locales ne cannibalisent pas les autres ressources, tel que montré par l'amélioration globale.