

HEC MONTRÉAL

**Développement d'un jeu sérieux dans l'apprentissage des concepts de
gestion des données maîtres**

par

Benoit Sicotte

Sciences de la gestion

(Option Technologies de l'information)

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise ès sciences

(M. Sc.)

Décembre 2017

© Benoit Sicotte, 2017

Sommaire

La multiplication des systèmes et des données au sein des organisations a mené à l'émergence de solutions et de concepts en gestion des données maîtres. Toutefois, plusieurs échecs coûteux causés par une gestion déficiente des données maîtres démontrent que plusieurs organisations peinent à former adéquatement leurs employés sur ce sujet. Cette situation s'explique par le fait que les organisations ont une connaissance déficiente des concepts de gestion des données maîtres.

Pour répondre à cette problématique, la relève doit être formée à ces concepts, qui sont perçus comme étant des concepts arides. La conception d'un jeu sérieux qui permet de ludifier les concepts de gestion des données maîtres a été effectuée afin d'intéresser les futurs professionnels à la question. Le développement s'est effectué à l'aide de la méthodologie de développement « Design Science », ce qui a mené à la création d'une application web, l'artéfact. Celui-ci permet aux participants de manipuler des données maîtres fictives pour pouvoir visualiser les problématiques. Ce mémoire vise donc, dans un premier temps, à développer un jeu sérieux qui permet d'apprendre aux étudiants, de futurs gestionnaires, les concepts de gestion des données maîtres. Dans un deuxième temps, celui vise à valider que la ludification, avec l'usage de l'artéfact, facilite l'apprentissage de la gestion des données maîtres.

À cet effet, l'artéfact a été testé avec l'aide de 38 participants, répartis au sein de 6 groupes expérimentaux : ceux des itérations de développement 1 à 5 (29 participants) ainsi qu'un groupe contrôle (9 participants), celui-ci sans ludification. Les participants sont majoritairement de futurs gestionnaires et leurs connaissances ont été mesurées avant et après l'expérimentation. L'outil utilisé était un questionnaire de connaissances sur les concepts en gestion des données maîtres conçu spécifiquement pour les besoins de l'étude. L'analyse des résultats a permis d'établir que l'activité pédagogique a amélioré la connaissance en gestion des données maîtres. Toutefois, il n'est pas possible de conclure que la ludification soit préférable à une activité d'apprentissage sans ludification.

Cette étude a permis de développer un outil qui emploie une technique d'apprentissage qui se veut stimulante et efficace, soit la ludification, dans les cours et formations où sera enseignée la

gestion des données maîtres. Il intègre aussi un outil permettant de générer des ensembles de données maîtres qui pourraient être utiles aux chercheurs.

Mots-clés : Gestion des données maîtres, apprentissage, jeu sérieux, « Design Science », ludification, développement, couplage de données, formation des utilisateurs finaux

Remerciements

Je souhaite remercier mes directeurs Pierre-Majorique Léger et Gilbert Babin pour leur soutien et leur patience au cours du développement de l'artéfact et de la rédaction du mémoire. Je souhaitais avoir la chance de réaliser un jeu sérieux dans le cadre de mon parcours académique et c'est ce qu'ils m'ont permis d'accomplir en contribuant également de leurs idées ingénieuses. J'ai apprécié ma rencontre avec Alan Hevner, grâce à Pierre-Majorique, il est toujours inspirant d'entrer en contact avec les personnes dont on cite le travail. Merci à ceux qui m'ont aidé lors de la difficile phase de développement, surtout Gilbert lorsqu'un pépin survenait!

Je remercie Suzanne Rivard et Henri Barki pour leur enseignement et leurs commentaires lors de l'atelier de recherche. Tout particulièrement Henri dont la rétroaction a grandement contribué à rendre le contenu de ce mémoire accessible. En ayant un œil externe par rapport au sujet de ce mémoire, répondre à la question « est-ce que Henri comprendrait? » a beaucoup favorisé la profondeur du mémoire et le niveau de détails. J'en profite aussi pour remercier au passage les professeurs qui ont accepté de faire partie du comité d'évaluation de ce mémoire.

Je tiens à remercier également les participants qui ont accepté de participer volontairement à l'étude et qui contribuent à la recherche. Je sais que la tâche qui vous a été demandée était exigeante et que rien ne vous préparait aux défis d'apprentissage que vous avez eu à surmonter, votre effort est très apprécié.

J'ai également apprécié l'aide et le support apporté par mes collègues de la M. Sc. que je remercie également. Virginie, François, Ali et plusieurs autres avec qui le support et la présence ont rendu mon parcours aux études supérieures plus agréable. Je tiens à remercier plus spécialement Cindy qui a pu me conseiller à l'occasion sur la structure, aidé pour les corrections et surtout pour ses encouragements!

Je remercie également ma famille, Suzanne, Henri, Maxime, Véronique et Daniel pour leur soutien. La maîtrise n'est pas une tâche facile, le mémoire nous préoccupe presque en tout temps, tant qu'il n'est pas déposé. Plus spécialement, je tiens à remercier Daniel qui m'a beaucoup aidé, surtout dans les derniers mois, à corriger, revoir, questionner et en bout de ligne finaliser ce que vous vous apprêtez à lire.

Table des matières

Sommaire	iii
Remerciements	v
Table des matières	vi
Liste des figures	x
Liste des équations	xii
Liste des tableaux	xiii
Liste des abréviations	xv
1 INTRODUCTION	1
1.1 Problématique	1
1.2 Objectifs de recherche	3
1.3 Structure du mémoire	4
2 REVUE DE LA LITTÉRATURE	5
2.1 La gestion des données maîtres	6
2.2 Impacts d'une mauvaise qualité de l'information	9
2.2.1 Définition du concept de qualité de l'information	9
2.2.2 Catégorisation des coûts liés aux impacts	10
2.2.3 Recension d'impacts suite à une mauvaise qualité de l'information	11
2.3 Recension des problèmes de qualité des données	16
2.3.1 Erreurs provenant de conflits dans la modélisation d'une entité	16
2.3.2 Erreurs au sein des données	19
2.4 Mesures de la performance du couplage des données en gestion des données maîtres	28
2.4.1 Évaluation des erreurs de type I et II	28
2.4.2 Évaluation et optimisation du coût de la classification	33
2.5 Contexte d'apprentissage favorable	37
2.6 Jeu, jeu vidéo, jeu sérieux et simulation	38
2.6.1 Définition du terme « jeu sérieux »	41
2.6.2 Définition du terme « simulation »	44
2.6.3 Conclusion suite aux définitions	48
2.7 Attributs ludiques d'un jeu sérieux	49
2.7.1 Mécanismes de ludification	49
2.7.2 Attributs d'un jeu sérieux	51

3 MÉTHODOLOGIE	55
3.1 Méthodologie de développement en « Design Science »	55
3.2 Processus de développement du jeu	56
3.2.1 Activité 1 : Identification de la problématique et motivation	57
3.2.2 Activité 2 : Objectifs de la solution	57
3.2.3 Activité 3 : Design et développement	57
3.2.4 Activité 4 : Démonstration (expérimentation)	58
3.2.5 Activité 5 : Évaluation	59
3.2.6 Activité 6 : Communication	59
3.3 Questionnaires	60
3.3.1 Mesure de la connaissance en gestion des données maîtres	61
3.3.2 Difficulté de la tâche, satisfaction, sentiment d'auto-efficacité	63
3.3.3 Échelle d'utilisabilité du système (« System Usability Scale » – SUS)	64
3.3.4 Échelle d'adjectifs SUS	69
3.3.5 Questions additionnelles	71
3.3.6 Données démographiques	71
3.4 Collecte des données	71
4 ANALYSE ET CONCEPTION	74
4.1 Idéation	75
4.1.1 Note quant à l'absence d'une application de gestion des données maîtres	76
4.2 Conception de la structure des données de l'artéfact (base)	76
4.2.1 Structure des données sources	77
4.2.2 Structure des données de référence	78
4.2.3 Structure des données des entreprises fictives	79
4.3 Choix des technologies pour la réalisation de l'artéfact	82
4.3.1 Langage de programmation (serveur)	82
4.3.2 Gestionnaire de bases de données	83
4.3.3 Interface graphique (CSS)	83
4.4 Conception de l'ensemble de données pour l'expérimentation	84
4.4.1 Structure de données des entreprises fictives	84
4.4.2 Recherche de données de références et population des tables sources	85
4.4.3 Transition entre les données de référence et les données d'entreprises fictives	86
4.4.4 Corruption des données fictives	87
4.5 Développement du matériel pédagogique sur la gestion des données maîtres	90
4.6 Première itération (MDMsheet1)	90
4.6.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération	91
4.6.2 Conception de la structure de données de l'itération 1	92

4.6.3 Développement de l'artéfact	93
4.7 Deuxième itération (MDMsheet2)	98
4.7.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération	98
4.7.2 Conception de la structure de données de l'itération 2	100
4.7.3 Développement de l'artéfact	101
4.8 Troisième itération (MDMsheet3)	106
4.8.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération	106
4.8.2 Conception de la structure de données de l'itération 3	107
4.8.3 Développement de l'artéfact	108
4.9 Quatrième itération (MDMsheet4)	112
4.9.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération	112
4.9.2 Conception de la structure de données de l'itération 4	113
4.9.3 Développement de l'artéfact	114
4.10 Cinquième itération (MDMsheet5)	115
4.10.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération	116
4.10.2 Conception de la structure de données de l'itération 5	117
4.10.3 Développement de l'artéfact	118
5 ÉVALUATION	123
5.1 Profil des participants	124
5.2 Connaissance en gestion des données maîtres	127
5.2.1 Questionnaire pré-expérimentation	128
5.2.2 Questionnaire post-expérimentation	133
5.3 Évaluation de la connaissance des participants	136
5.4 Difficulté de la tâche (formation)	138
5.5 Satisfaction du processus d'apprentissage	139
5.6 Sentiment d'auto-efficacité	140
5.7 SUS	142
5.8 Corrélations	145
5.9 Qualités, faiblesses et pistes d'améliorations de l'artéfact	146
5.9.1 Itération 1	147
5.9.2 Itération 2	149
5.9.3 Itération 3	153
5.9.4 Itération 4	157
5.9.5 Itération 5	160
6 CONCLUSION	164
6.1 Résumé des contributions du mémoire	165
6.2 Limites de la recherche	166

6.3 Pistes de recherche future	168
6.4 Note au chercheur	169
INDEX ANALYTIQUE	170
RÉFÉRENCES	174
ANNEXES	182

Liste des figures

Figure 2.1 : Matrice des coûts affectant l'entreprise causés par une mauvaise qualité de l'information.....	11
Figure 2.2 : Coûts totaux encourus par la qualité des données dans une entreprise.....	15
Figure 2.3 : Exemple de modélisation des fournisseurs et contacts de l'entreprise A	18
Figure 2.4 : Exemple de modélisation des fournisseurs et contacts de l'entreprise B	19
Figure 2.5 : Diagramme de Venn : classification du résultat du couplage des données.....	29
Figure 2.6 : Sous-ensemble « paires couplées » - Différentes valeurs d'exactitude	31
Figure 2.7 : Sous-ensemble « paires correspondantes » - Différentes valeurs de sensibilité	32
Figure 2.8 : Diagramme de Venn : classification du résultat du couplage des données (avec paires potentielles)	34
Figure 2.9 : Schéma du positionnement des différents termes.....	40
Figure 3.1 : Modèle du processus de développement d'un artefact.....	56
Figure 3.2 : Schéma du protocole expérimental	59
Figure 3.3 : Exemple de l'échelle Likert SUS	68
Figure 3.4 : Échelles d'acceptabilité, de notation et d'adjectifs	70
Figure 4.1 : Exemple de valeurs pour deux enregistrements de la table « Contact »	79
Figure 4.2 : Exemple de clé composée d'une entrée de données fictive.....	80
Figure 4.3 : Exemple de clé composée d'une entrée de données fictive (avec clés d'entités).....	81
Figure 4.4 : Diagramme de structure de données de « MetalTech » et « TinySheet »	84
Figure 4.5 : Ensembles de répartition des entités.	86
Figure 4.6 : Répartition des entités entre MetalTech et TinySheet	87
Figure 4.7 : Cas d'utilisation UML – MDMsheet1.....	91
Figure 4.8 : Diagramme de structure de données – MDMsheet1	93
Figure 4.9 : Diagramme de Venn : classification du résultat du couplage des données - Sensibilité94	
Figure 4.10 : Écran de couplage (haut) – MDMsheet1	95
Figure 4.11 : Écran de couplage (bas) – MDMsheet1	96
Figure 4.12 : Écran de visualisation des données de MetalTech – MDMsheet1	97
Figure 4.13 : Écran des résultats – MDMsheet1	98
Figure 4.14 : Cas d'utilisation UML – MDMsheet2.....	99

Figure 4.15 : Diagramme de structure de données – MDMsheet2	100
Figure 4.16 : Diagramme de séquence entre MDMsheet et Google Sheets	102
Figure 4.17 : Écran de couplage (haut) – MDMsheet2	103
Figure 4.18 : Écran de couplage avec une clé sélectionnée – MDMsheet2.....	104
Figure 4.19 : Capture des messages d’aide	105
Figure 4.20 : Cas d’utilisation UML – MDMsheet3.....	107
Figure 4.21 : Diagramme de structure de données – MDMsheet3	108
Figure 4.22 : Écran de création d’une partie – MDMsheet3.....	109
Figure 4.23 : Écran de gestion d’une partie – MDMsheet3	110
Figure 4.24 : Écran de couplage (haut) – MDMsheet3	111
Figure 4.25 : Cas d’utilisation UML – MDMsheet4.....	112
Figure 4.26 : Diagramme de structure de données – MDMsheet4	113
Figure 4.27 : Écran de couplage (haut) – MDMsheet4	114
Figure 4.28 : Écran de visualisation des données de MetalTech – MDMsheet4	115
Figure 4.29 : Cas d’utilisation UML – MDMsheet5.....	116
Figure 4.30 : Diagramme de structure de données – MDMsheet5	117
Figure 4.31 : Écran de visualisation des données de MetalTech – MDMsheet5	119
Figure 4.32 : Fenêtre d’ajout d’une colonne.....	119
Figure 4.33 : Fenêtre de saisie de la formule	120
Figure 4.34 : Interprétation d’une formule – différents niveaux.....	121
Figure 5.1 : Situations possibles entre pré-expérimentation et post-expérimentation	134
Figure 5.2 : Positionnement des questions dans la matrice de situations pour les groupes tous, contrôle, non contrôle, TI et non-TI.....	135
Figure 5.3 : Distribution des moyennes de chacun des participants pour la variable auto-efficacité	141
Figure 5.4 : Relation entre le qualificatif SUS et le score SUS	144

Liste des équations

Équation 1 : Précision (« precision »).....	30
Équation 2 : Sensibilité (Sélectivité, « Recall » ou « Sensitivity »)	31
Équation 3 : F-mesure (« F-measure »).....	32
Équation 4 : Optimisation du coût de traitement d'un couplage	35
Équation 5 : Optimisation du coût de traitement de couplage pour le cas fictif du traitement d'une maladie.....	36
Équation 6 : Coût total de l'opération de couplage	36

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Impacts d'une mauvaise qualité des données et leur cause probable	12
Tableau 2.2 : Taxonomie des problèmes de qualité des données et niveau d'application	21
Tableau 2.3 : Matrice de confusion.....	29
Tableau 2.4 : Valeurs de f-mesure pour une précision et une sensibilité donnée	32
Tableau 2.5 : Coût associé aux différentes décisions de couplage	34
Tableau 2.6 : Coût associé aux différentes décisions de couplage pour le cas fictif du traitement d'une maladie.....	35
Tableau 2.7 : Définitions d'un jeu sérieux et les concepts associés.....	42
Tableau 2.8 : Nombre d'articles sur le terme « simulation » à chaque étape de la recherche	44
Tableau 2.9 : Définition du terme simulation et les concepts associés	45
Tableau 2.10 : Éléments de conception de jeux, dynamiques et motifs	50
Tableau 2.11 : Activités d'apprentissage et sous-type d'activités employés dans les jeux sérieux..	52
Tableau 2.12 : Lien entre les activités d'apprentissage et les attributs de jeu et leur résultat	53
Tableau 3.1 : Activités du processus de développement proposées par Peffers et al. (2007)	57
Tableau 3.2 : Répartition des différents outils de mesure dans les questionnaires.....	61
Tableau 3.3 : Thèmes inclus dans le questionnaire et nombre de questions sur le thème.....	62
Tableau 3.4 : Questions sur la difficulté de la tâche	63
Tableau 3.5 : Questions sur la satisfaction de l'apprentissage	64
Tableau 3.6 : Questions sur le sentiment d'auto-efficacité	64
Tableau 3.7 : Questionnaires d'utilisabilité.....	65
Tableau 3.8 : Échelle SUS	67
Tableau 3.9 : Exemple de calcul d'un score SUS	69
Tableau 3.10 : Échelle d'adjectifs.....	70
Tableau 3.11 : Conditions de chacune des expérimentations	72
Tableau 4.1 : Idées suite aux séances d'idéation	75
Tableau 4.2 : Choix des technologies	82
Tableau 4.3 : Manipulations effectuées sur les données d'entreprises fictives	88
Tableau 4.4 : Pourcentage de données affectées d'un certain nombre d'erreurs	89
Tableau 4.5 : Exemple de corruption pour l'enregistrement A0000001656 (MetalTech).....	89

Tableau 4.6 : Exemple de corruption pour l'enregistrement B000016 (TinySheet)	90
Tableau 5.1 : Profil démographique des participants aux expérimentations – par expérimentation, en pourcentages.....	124
Tableau 5.2 : Moyennes des variables pré-expérimentation	126
Tableau 5.3 : Distribution des réponses dans les différents types de réponses, pré-expérimentation, tous les participants	129
Tableau 5.4 : Pourcentage des réponses étant incorrectes (catégorie 1), pré-expérimentation, par groupe	130
Tableau 5.5 : Pourcentage des réponses étant correctes et certaines (catégorie 2), pré-expérimentation, par groupe	132
Tableau 5.6 : Moyennes des variables sur la connaissance en post-expérimentation.....	136
Tableau 5.7 : Moyennes par itérations et par groupes de la variable « Diff », difficulté de la tâche	139
Tableau 5.8 : Moyennes par itérations et par groupes de la variable « Satis », satisfaction par rapport au processus d'apprentissage	140
Tableau 5.9 : Moyennes par itérations et par groupes de la variable « SE », sentiment d'auto-efficacité.....	141
Tableau 5.10 : Différentes situations pour la mesure de la fiabilité de SUS.....	142
Tableau 5.11 : Moyennes par itérations et par groupes de la variable « SUS » et « adjectif SUS ».....	143
Tableau 5.12 : Matrice de corrélations entre le score SUS, l'adjectif SUS, la satisfaction, l'auto-efficacité et la difficulté.....	145
Tableau 5.13 : Qualités de l'itération 1	147
Tableau 5.14 : Éléments à améliorer de l'itération 1	148
Tableau 5.15 : Qualités de l'itération 2	150
Tableau 5.16 : Éléments à améliorer de l'itération 2	151
Tableau 5.17 : Qualités de l'itération 3	153
Tableau 5.18 : Éléments à améliorer de l'itération 3.....	154
Tableau 5.19 : Qualités de l'itération 4	157
Tableau 5.20 : Éléments à améliorer de l'itération 4.....	158
Tableau 5.21 : Qualités de l'itération 5	160
Tableau 5.22 : Éléments à améliorer de l'itération 5.....	161

Liste des abréviations

API : Interface de programmation (« Application Programming Interface »)

CSS : feuilles de style en cascade (« Cascading Style Sheets »)

Diff : Difficulté perçue (mesure)

GDM : Gestion des données maîtres

K : Connaissance (« Knowledge »; mesure)

MDM : « Master Data Mangement », équivalent anglophone de GDM

PGI : Progiciel de gestion intégré (« ERP », « Enterprise resource planning »)

Satis : Mesure de la satisfaction (mesure)

SE : Sentiment d'auto-efficacité ou sentiment d'efficacité personnel (« Self-efficacy »; mesure)

SGBD : Système de gestion de base de données

SQL : Langage de requête structurée (« Structured Query Language »)

SUS : Échelle d'utilisabilité du système (« System Usability Scale »)

TI : Technologies de l'information

UML : Langage de modélisation unifié (« Unified Modeling Language »)

1 Introduction

1.1 Problématique

La mauvaise gouvernance des données peut entraîner des coûts opérationnels considérables au sein d'une entreprise. En outre, en avril 2015, lorsque Target Canada fermait ses portes après une brève aventure cahoteuse en sol canadien, la maison-mère américaine subissait une perte se chiffrant à environ 5,4 milliards de dollars pour ses investissements au Canada (Strauss, 2015). L'analyse des événements retracés dans l'article de Castaldo (2016) mettent en évidence plusieurs facteurs qui sont en cause dans cet échec, y compris une mauvaise gouvernance des données maîtres, élément sur lequel il y aura une attention plus particulière dans ce qui suit.

En prévision de son arrivée au Canada et de l'ouverture de ses magasins en 2013, l'entreprise devait saisir approximativement 75 000 produits au sein de son nouveau système PGI, acquis rien que pour son expansion canadienne. Plusieurs sources d'erreurs potentielles sont identifiables dans la démarche de l'entreprise, par exemple, le fait de se fier à l'information fournie par les fournisseurs, reconnue comme étant une source peu fiable. Cette information devant servir à opérer un système PGI complexe et d'envergure, soit SAP, il est nécessaire que celle-ci soit dans le meilleur du possible exacte afin d'opérer sans problème majeur. Malheureusement, il a été rapporté que les données ont été saisies en grande majorité par des assistants sans expérience dans l'entreprise (nouvellement embauchés) qui étaient en charge d'y entrer une quantité phénoménale d'information et qui n'ont reçu aucune mise en garde sur les sources d'erreurs fréquentes et potentielles. Des problèmes tels que des dimensions entrées dans la mauvaise unité de mesure, une inversion entre la hauteur et la longueur, l'utilisation d'une devise incorrecte, des données incomplètes ou des coquilles étaient courants dans les données du système. L'absence de validation des données à la saisie dans le système n'a pas non plus contribué à atténuer ces problèmes, laissant ainsi place à des données erronées et incomplètes sur les différentes marchandises. Les premières estimations rapportaient un taux de 30 % de données jugées comme étant fiables lorsque les problèmes ont émergé lors des premières commandes auprès des fournisseurs.

Cela a entraîné plusieurs complications : il fallait davantage ou moins de conteneurs que prévus pour expédier la marchandise, complexifiant la logistique, la marchandise en question n'entrait

pas dans l'espace physique en tablette qui lui était réservé, etc. Bilan de la situation : toutes ces erreurs ont occasionné des frais supplémentaires non négligeables et essentiellement évitables. Ce cas illustre dans une certaine mesure les conséquences que peuvent avoir des données qui ne représentent pas fidèlement la réalité. Il illustre également le fait que les problèmes de données non fidèles peuvent fréquemment passer inaperçues pendant une certaine période de temps, jusqu'à ce qu'on constate des problèmes dans un processus (KPMG, 2013). Les entreprises sous-estiment fréquemment les coûts liés à une mauvaise qualité des données et leur impact sur le fonctionnement de l'entreprise, jugeant le statu quo préférable à des déboursées d'argent pour l'améliorer et moins risqué (English, 1999).

Pour remédier à ces ennuis, les professionnels recommandent de s'orienter vers la gestion des données maîtres qui offre un portrait plus large des domaines de l'entreprise (O'Kane & Judah, 2015). Selon Gartner, la gestion des données maîtres (GDM) se définit comme suit :

La gestion des données maîtres est une discipline technologique dans laquelle l'entreprise et les TI collaborent pour assurer l'uniformité, la précision, la gérance, la cohérence sémantique et l'imputabilité à l'égard des actifs de données maîtres partagés et officiels de l'entreprise. (Traduction libre de O'Kane & Judah, 2015, p. 35)

Cette définition implique qu'il y a une responsabilité partagée de la GDM, ce serait donc une erreur que de faire reposer cet exercice uniquement sur le département des TI. Les TI sont en général responsables de l'aspect technologique et ne devraient pas prendre en charge l'entièreté de la stratégie en GDM, les TI n'étant pas propriétaires de celles-ci des données maîtres de l'entreprise (O'Kane & Judah, 2015, p. 2). Les données maîtres telles que les produits, les clients ou les fournisseurs n'ont pas la même connotation pour un gestionnaire TI que pour un vendeur. Selon Smith (2017), si le département des TI est entièrement en charge de l'exercice, on aboutit à une gouvernance des données maîtres qui est dictatoriale, où les gens qui connaissent concrètement les données ne sont pas consultés, ce qui risque peu d'en améliorer la qualité. Cela crée en plus un effet de friction entre les TI et les divers départements qui n'ont pas été impliqués, car ils risquent de ne pas comprendre pourquoi ils doivent implanter les règles qui leur sont imposées. Les départements dont les données sont concernées par la GDM doivent être impliqués dans le processus.

Afin d'illustrer la portée de la GDM, reprenons l'échec de Target : les nombreuses erreurs au sein du système ont souvent été commises par des novices, qui ont nouvellement été engagés pour

affronter le défi d'une mise en place de données dans un système méconnu dans un laps de temps très court et qui avait une portée bien plus grande qu'être un simple catalogue de produits. Considérant les pertes financières importantes que peuvent engendrer ce type d'erreur, la plupart des jeunes gestionnaires devraient être sensibilisés à l'existence des données maîtres, ainsi qu'à leur création, entretien et surtout, leur gouvernance.

Ainsi, afin de sensibiliser les futurs gestionnaires, aux enjeux et impacts de la GDM et éviter les erreurs majeures telles que celle vécue par Target, l'idée de couvrir ces notions dans le cursus du programme en technologies de l'information a été envisagée. Pourquoi ne pas offrir une activité académique sur la gestion des données maîtres aux étudiants dès leur première année de cursus? Il faut se questionner à propos du bénéfice que les entreprises peuvent en retirer, ainsi que du bénéfice pour les futurs gestionnaires, les étudiants de 1^{re} année. La GDM a un impact financier majeur sur les entreprises et celles-ci sont préoccupées par les problèmes qui émergent d'une mauvaise GDM (Langenkamp, 2014).

Comme l'explique Langenkamp (2014) dans son article, l'intérêt des entreprises envers la gestion des données maître est présent, toutefois les concepts de GDM ne sont pas aussi intéressants, alléchants et populaires que d'autres domaines d'avenir en TI, par exemple les mégadonnées. Pourtant, les entreprises devraient d'abord assurer l'intégrité de ce qu'elles possèdent déjà avant d'envisager tirer des conclusions de ces données. Le rapport de KPMG (2013) sur la GDM illustre bien en quelques mots la situation : on ne s'en préoccupe pas car la GDM est « ennuyante » en soi, ce qui rend inintéressant les investissements en GDM, bien qu'il soit possible d'en retirer des bénéfices non négligeables. La solution avancée pour rendre la GDM intéressante selon KPMG (2013) : la rendre concrète, faire comprendre aux gestionnaires les implications concrètes de l'inaction, le risque de ne pas s'en préoccuper et y juxtaposer une valeur monétaire.

1.2 Objectifs de recherche

La solution avancée et développée dans ce mémoire afin de pallier à cette problématique est l'utilisation de la ludification dans le but d'enseigner ces concepts : approcher le problème en plaçant les étudiants en situation où ils doivent solutionner le problème. Les objectifs de ce mémoire touchent donc principalement au développement et à la validation d'un artéfact qui facilite l'apprentissage de la gestion des données maîtres (un jeu sérieux) et se détaillent comme suit :

- Développer un jeu sérieux qui permette d'apprendre aux étudiants les concepts de gestion des données maîtres;
- Valider que la ludification, avec l'usage de l'artéfact, permet de faciliter l'apprentissage de la gestion des données maître.

Afin de développer cet outil, l'approche Design Science telle que présentée dans Peffers, Tuunanen, Rothenberger et Chatterjee (2007) qui mène à la création d'un artéfact, un jeu sérieux dans notre cas précis, sera utilisée. La méthode en 6 activités élaborée et décrite dans l'article de Peffers et al. (2007) et les *lignes directrices* (7 proposées) de Hevner et al. (2004) seront utilisées afin d'avoir une méthode qui puisse être jugée comme étant rigoureuse. Les lignes directrices de Hevner et al. (2004) permettent également de s'assurer que ce qu'on produit est réellement un artéfact qu'on associera au Design Science.

1.3 Structure du mémoire

Le mémoire est composé de 5 chapitres, dont le premier est l'introduction. Le chapitre 2, qui est une revue de la littérature, approfondit plusieurs concepts clés, tels que les différents types de données, incluant les données maîtres, ou les jeux sérieux et les simulations et permet également de présenter des concepts et théories utiles au développement de l'artéfact. Le chapitre 3, la méthodologie, discutera davantage de la méthodologie en Design Science, puis de l'expérimentation elle-même en discutant des mesures qui seront utilisées. Le chapitre 4 présentera l'analyse et la conception de l'artéfact en développant en détails chacune des itérations (versions). Le chapitre 5 présente et discute des différents résultats obtenus et le chapitre 6 conclue le mémoire.

2 Revue de la littérature

L'objectif de cette revue de la littérature est de dresser un portrait des connaissances sur l'apprentissage, le jeu sérieux et la GDM et de contribuer à l'enrichissement des connaissances sur le sujet. Cette revue a permis également d'obtenir différents outils et données qui ont servi à la conception de l'artéfact.

Cette revue de la littérature se divise principalement en deux grandes parties, soit la première partie qui débute par une revue de certains concepts en GDM qui ont été grandement utiles pour le développement technique de l'artéfact. Ainsi, la section 2.1 introduira la GDM, la section 2.2 discutera des différents impacts d'une mauvaise qualité des données, la section 2.3 fera un recensement des problèmes de qualité des données qui puissent exister. La section 2.4 conclura l'aspect technique de la revue de la littérature en effectuant un recensement des mesures de performance du couplage, utilisées en GDM.

La deuxième partie couvrira davantage l'apprentissage, le jeu et le jeu sérieux comme technique d'enseignement. Pour débiter, la section 2.5 présentera le contexte d'apprentissage idéal pour atteindre les objectifs de ce mémoire, puis la section 2.6 une revue sur les différents types de jeux qu'il est possible d'envisager.

Mais tout d'abord, afin de réaliser cette revue de la littérature, la recherche a débuté à l'aide de quelques livres et articles de référence sur la GDM, les jeux sérieux et les modes d'apprentissage qui ont d'abord été consultés. Le livre de Christen (2012) sur le couplage de données, référence dans un cours au sujet de la GDM (Léger, 2016), ainsi que celui de Becker et Parker (2011) sur les jeux et simulations ont été une base afin d'acquiescer la terminologie sur les différents sujets couverts dans ce mémoire. À partir de cette base, différents articles ont également été consultés par effet « boule de neige ». Différentes bases de données telles que Business Source Complete (EBSCO), ABI/Inform Complete (ProQuest) et Google Scholar ont été questionnées pour couvrir davantage certains thèmes et explorer ce qui se fait dans la littérature. Pour les écrits et cas qui s'avéraient davantage techniques et moins couverts par la littérature scientifique, l'utilisation du moteur de recherche Google a été nécessaire, en plus des sources déjà mentionnées ci-dessus. L'effet « boule de neige » a également permis d'obtenir des articles sur le sujet. Des termes tels

que « enactive learning / observation of self-actions », « matching quality / evaluation of true and false positives », « information quality problems », « data quality impacts », etc. ont été utilisés afin de réaliser cette revue. Selon le thème, la recherche dans les bases de données peut avoir été limitée temporellement, souvent après 2000, car dans quelques cas il s'agit de phénomènes récents ou alors qui évoluent rapidement avec l'arrivée de nouvelles technologies.

2.1 La gestion des données maîtres

L'introduction a déjà pu énoncer une définition de ce en quoi consiste la gestion des données maîtres, toutefois il est intéressant d'explorer ce qui caractérise les données maîtres. C'est ce que cette section présentera. Tout d'abord, certains auteurs (McGilvray, 2008; Vayghan, Garfinkle, Walenta, Healy, & Valentin, 2007) identifient au moins 3 types de données que la majorité des entreprises vont utiliser au cours de leurs opérations, soit le (1) « master data » (données maîtres ou données de référence¹), le (2) « transactional data » et (3) « historical data ». Les termes « donnée maître », « donnée transactionnelle » et « donnée historique » seront employés ci-après. Dans les sous-sections qui suivent, les trois types de données seront décrites et expliquées.

Les données maîtres

Tout d'abord, les données maîtres étant au cœur de ce mémoire, il est important d'en avoir une définition afin d'être en mesure de comprendre de quoi il s'agit. Gartner les définit comme suit :

Les données maîtres sont l'ensemble cohérent et uniforme d'identificateurs et d'attributs étendus qui décrit les entités centrales d'une entreprise, telles que les clients existants, les clients potentiels, les citoyens, les fournisseurs, les sites, les hiérarchies et la charte de compte. (Traduction libre de O'Kane & Judah, 2015, p. 35)

Aussi appelées domaines, les données maîtres représentent les entités d'affaires sur lesquelles une entreprise souhaite conserver des informations, elles peuvent être des individus (clients, organisations, prospects, gens, citoyens, employés, fournisseurs, etc.), des lieux (bureaux, usines, etc.) ou des choses (produits, services, comptes, actifs, politiques, etc.) (Haug, Zachariassen, & Liempd, 2011; Silvola, Jaaskelainen, Kropsu-Vehkaperä, & Haapasalo, 2011; Vayghan et al., 2007) et leur présence au sein d'une entreprise est une représentation plus ou moins fidèle du cœur de métier de l'entreprise. Ainsi, si une entreprise possède des clients, mais qu'elle passe un temps considérable à démarcher de nouveaux clients, il n'est pas improbable que celle-ci fasse une distinction nette entre des clients et clients potentiels et qu'elle conserve énormément

¹ Voir « Gestion des données de référence » (2016).

d'informations sur ces derniers. Une autre entreprise qui dépense peu d'argent à recruter de nouveaux clients pourrait ne pas désirer conserver des données sur les clients potentiels. Les principaux domaines d'application des suites logicielles en gestion des données maîtres (désigné par GDM dans la suite de ce document) sont surtout les données sur les produit et les données clients, souvent les deux domaines d'application où les entreprises vont débiter leur aventure en GDM (Silvola et al., 2011). À cet effet, jusqu'en janvier 2017, Gartner publiait uniquement deux « quadrants magiques » (« Magic Quadrant » en anglais), soit sur les logiciels s'occupant des produits ou alors des clients et publie maintenant une version consolidée et plus inclusive par rapport aux autres types de données maîtres (O'Kane, Palanca, & Moran, 2017).

Les données que les entreprises conserveront sont capturées à un certain moment au cours de la vie de celle-ci, relativement rarement modifiées au fil du temps (en comparaison aux autres types de données) et utilisées à un très grand nombre de reprises (Haug et al., 2011; Knolmayer & Röthlin, 2006). Durant le cycle de vie d'un produit par exemple, ses caractéristiques initiales changeront très peu, on peut ajouter des précisions en ajoutant des champs supplémentaires, la dimension de la boîte ou le poids du produit ou le délai de réapprovisionnement, mais l'essentiel reste souvent inchangé jusqu'au retrait du produit (Silvola et al., 2011).

Dans le cas Target contextualisé dans le chapitre 1, les données des différentes marchandises sont un exemple de données maîtres, une grande quantité existait à la création de la filiale canadienne, et une quantité moins importante a été ajoutée les 2 années pendant lesquelles Target était active au Canada.

Les données transactionnelles

Ensuite, les données transactionnelles font référence à des événements qui se produisent dans l'entreprise et qui peuvent mettre en relation certaines données maîtres de l'entreprise (Haug et al., 2011), par exemple une vente d'un produit auprès d'un client est un exemple de donnée transactionnelle qui mettra en relation diverses entités (clients, produits, entrepôts, etc.) et qui surviennent fréquemment. Une erreur dans les données maîtres sera retransmise et aura un impact sur les données transactionnelles, ce qui occasionnera des coûts non négligeable pour l'organisation (Haug et al., 2011). Ainsi, si on fait une erreur dans le prix d'un produit, par exemple de 9,99 au lieu de 10,99, cette erreur aura un impact sur toutes les transactions impliquant ce produit. Ainsi, si on vend le produit à 1000 exemplaires, il y aurait une perte de 1000 \$. Si l'erreur se produit au niveau de la transaction, que 1,99 \$ (un zéro est manquant) est chargé au lieu de

10,99 \$ à dans une dizaine de transactions, il y aurait une perte d'environ 90\$. Les données maîtres dans un progiciel tel que SAP permettent d'éviter d'avoir à entrer à chaque transaction un prix de vente, minimisant la probabilité qu'une telle erreur survienne.

Les données historiques

Finalement, les données historiques représentent des faits à un temps donné qu'on ne modifiera pas, excepté pour la correction d'erreurs qu'elles pourraient contenir (McGilvray, 2008). Elles peuvent servir par exemple à l'archivage de données comptables ou d'articles que l'entreprise ne vend plus et qui ne sont plus sous garantie. Les données historiques sont nécessaires lorsqu'une entreprise doit se conformer à certaines lois. Elles peuvent également s'avérer utiles pour des fins d'analyse.

Il existe également d'autres types de données qui ne seront pas abordées dans ce mémoire, par exemple les métadonnées ou les données temporaires (McGilvray, 2008).

Processus de gestion des données maîtres

Il y a lieu de se demander en quoi consiste concrètement la GDM pour une entreprise, c'est ce que cette section tentera d'éclaircir. Plusieurs ouvrages, références professionnelles et éditeurs de solutions proposent des processus de mise en place et de maintien d'une bonne GDM (Butler, 2011; Cervo & Allen, 2015; Dyché & Levy, 2011; Infosys, 2010). Toutefois, le choix importe très peu, la plupart n'ont seulement pas le même niveau de détail, ce qui fait varier leur nombre d'étapes.

Par exemple, Dyché et Levy (2011) proposent une méthode en 6 étapes soit : définir, localiser, profiler, standardiser, coupler (les données) et déployer. La première étape est souvent la même d'une approche à l'autre, soit d'identifier quelles sont les données maîtres que l'entreprise possède et celles dont elle valorise l'intégrité. La seconde est de localiser les emplacements où on les retrouve : les entreprises supposent toujours que cette étape est simple. En réalité des facettes importantes des données peuvent être disséminées dans plusieurs systèmes et même en dehors des systèmes. Le profilage réfère à l'examen de la structure des données. La standardisation, étape suivante, suggère d'établir et de mettre en place des standards pour le stockage des données provenant de différentes sources qui peuvent stocker ces données de façon très hétérogène. Étape cruciale, le couplage est le moment où on lie les différents enregistrements d'une entité ensemble. Cela nécessite de résoudre des conflits de données contradictoires. Ici

entre également en jeu des termes tels que « version unique de la vérité » et de « golden record ». Le premier cas est un terme subjectif qui implique une perspective : chaque département possède une version différente de la vérité. Le deuxième cas est le choix unique, d'une seule perspective, composé de différentes données qui sera intégré dans la solution de GDM. Le couplage de données nécessite également souvent de coupler manuellement lorsque la solution de GDM n'est pas en mesure de faire un choix. Le déploiement est l'étape où le résultat du couplage doit être mis en service. La méthode de Dyché et Levy (2011) est décrite comme un cycle où les données et besoins doivent être monitorés car il y a évolution.

Outre le processus, il faut se rappeler la définition de Gartner (2015) sur la GDM : il s'agit d'une collaboration entre un grand nombre de parties prenantes et non uniquement l'implication d'une équipe de projets TI.

Maintenant que le processus GDM a été vu, la section qui suit se concentrera sur comment enseigner la GDM à des étudiants.

2.2 Impacts d'une mauvaise qualité de l'information

Cette revue sur les impacts des erreurs dans les données sur l'entreprise présente un assemblage de situations, souvent anecdotiques, mais qui semblent courantes et qui proviennent de sources mixtes, soit de la pratique ou de sondages d'entreprises dans un contexte académique (Haug et al., 2011; Knolmayer & Röthlin, 2006; Silvola et al., 2011). De façon générale les entreprises ne sont pas conscientes des répercussions et coûts liés à opérer avec des données de mauvaise qualité et considèrent leur situation (mauvaise qualité) comme acceptable (English, 1999). À cet effet, la définition de ce concept sera tout d'abord élaborée, puis, afin de classifier ces impacts, des concepts sur la classification des coûts liés aux impacts seront traités afin de présenter les impacts d'une façon structurée.

2.2.1 Définition du concept de qualité de l'information

English (1999) propose 2 grandes orientations pour définir la qualité de l'information : la qualité de l'information inhérente et la qualité de l'information pragmatiques. À cet effet, English préfère le terme qualité de l'information, les données en elle-même étant en réalité de l'information, mais il sera important de retenir que du côté des définitions, qualité des données et qualité de l'information se veulent comme étant synonymes. Chacune de ces orientations sera couverte dans cette sous-section.

La qualité de l'information inhérente est « le niveau [de précision] avec lequel les données reflètent précisément l'entité réelle qu'elles représentent, les données étant toutes l'abstraction ou la représentation de quelque chose de réel (Traduction libre de English, 1999) ». Prenons l'exemple d'un enregistrement d'un client dans une base de données, si le client (« John Doe », « 1/1/1960 », « M ») réfère effectivement à un client qui se prénomme John Doe, est de sexe masculin et est né le 1^{er} janvier 1960, il est possible de dire que cet enregistrement reflète avec précision une entité réelle et est donc de qualité.

La qualité de l'information pragmatique est quant à elle « le niveau de satisfaction des clients obtenu par les employés informés qui emploient [les données] pour faire leur travail (Traduction libre de English, 1999) ». Cette définition réfère ainsi au concept d'utilité des données, une donnée jamais utilisée aurait une qualité faible. Si une entreprise détient de l'information sur 1 000 clients qui ne font pas affaires avec elle au sein de sa base de clients et qu'elle est de qualité inhérente (elle représente avec précision les entités), cela ne signifie pas qu'elle ait une qualité pragmatique. En effet, cette information ne sera pas réellement employée au quotidien. De plus, dans les faits, cela peut même augmenter les coûts d'opération de l'entreprise, puisque celle-ci déboursa des frais pour entretenir et entreposer de l'information qui ne sera pas employée.

Pour conclure, lorsqu'il sera fait référence aux données de mauvaise qualité, il s'agit essentiellement de problèmes de qualité de l'information inhérente, de l'information qui représente inadéquatement une entité réelle.

2.2.2 Catégorisation des coûts liés aux impacts

Afin de catégoriser les différents coûts liés aux impacts d'une mauvaise qualité de l'information, Haug et al. (2011) ont proposé une matrice, où dans un premier temps, les coûts sont soit directs ou alors cachés, et dans un deuxième temps, les coûts sont reportés soit à un niveau opérationnel ou alors à un niveau stratégique.

Les coûts cachés sont considérés par les auteurs comme ceux qui sont faits par l'entreprise et dont la direction n'est pas tenue au courant ou n'en est pas consciente, par exemple le fait de cibler un mauvais segment du marché suite aux données erronées. Il ne s'agit donc pas d'une description traditionnelle des coûts cachés, mais davantage de la nuance de l'ignorance de la direction. Les coûts directs sont, quant à eux, ceux dont la direction est consciente qu'ils existent, par exemple les coûts de reprise d'une livraison suite à une livraison erronée.

Les coûts qui ont une incidence sur le niveau opérationnel sont ceux qui servent à effectuer des tâches et des décisions qui s'échelonnent sur une courte durée. Les coûts ayant une incidence au niveau stratégique sont quant à eux ceux qui servent à prendre des décisions d'ordre stratégiques, c'est-à-dire qui ont un impact sur le long terme.

La figure 2.1 présente la matrice en précisant à l'aide d'exemples chaque quadrant de la matrice.

Figure 2.1 : Matrice des coûts affectant l'entreprise causés par une mauvaise qualité de l'information

Coûts cachés	Par exemple, de longs délais de fabrication, données enregistrées à de multiples reprises, insatisfaction des employés, etc.	Par exemple, développement des affaires dans le mauvais segment de clients, mauvaise planification générale de la production, mauvaise politique de prix, etc.
Coûts directs	Par exemple, erreurs de fabrication, livraisons erronées, erreurs de paiements, etc.	Par exemple, peu de ventes, faible efficacité, difficulté à maintenir les délais de livraison cibles, etc.
	Effet sur les tâches opérationnelles	Effet sur les décisions stratégiques

Traduction libre et adaptation de Haug et al. (2011, p. 181)

La figure résume bien les concepts, où un coût est soit caché ou direct, et ses effets également dichotomiques.

2.2.3 Recension d'impacts suite à une mauvaise qualité de l'information

Les données maîtres étant au cœur de l'entreprise, leur représentation infidèle dans les différents systèmes, souvent nombreux, peut avoir un impact non négligeable sur les processus de l'entreprise (Cepariu, Kooistra, Van Etten, Jonker, & Swartjes, 2011). Le

tableau 2.1 présente des impacts possibles liés à des problèmes de qualité des données qui ont été répertoriés au sein de diverses références. Il s'agit d'une liste exhaustive des impacts des articles de ces auteurs, mais au-delà de ces auteurs, il peut exister un nombre plus grand d'impacts, mais ceux répertoriés sont probablement les plus évidents ou courants.

L'ordre des éléments au sein du tableau est en fonction de la catégorisation décrite précédemment. Comme il sera possible de le constater, il faut noter que puisque des impacts

engendrent différentes sources de coûts, que certains impacts peuvent se décortiquer, par exemple, en coûts cachés et en coûts directs.

Tableau 2.1 : Impacts d'une mauvaise qualité des données et leur cause probable

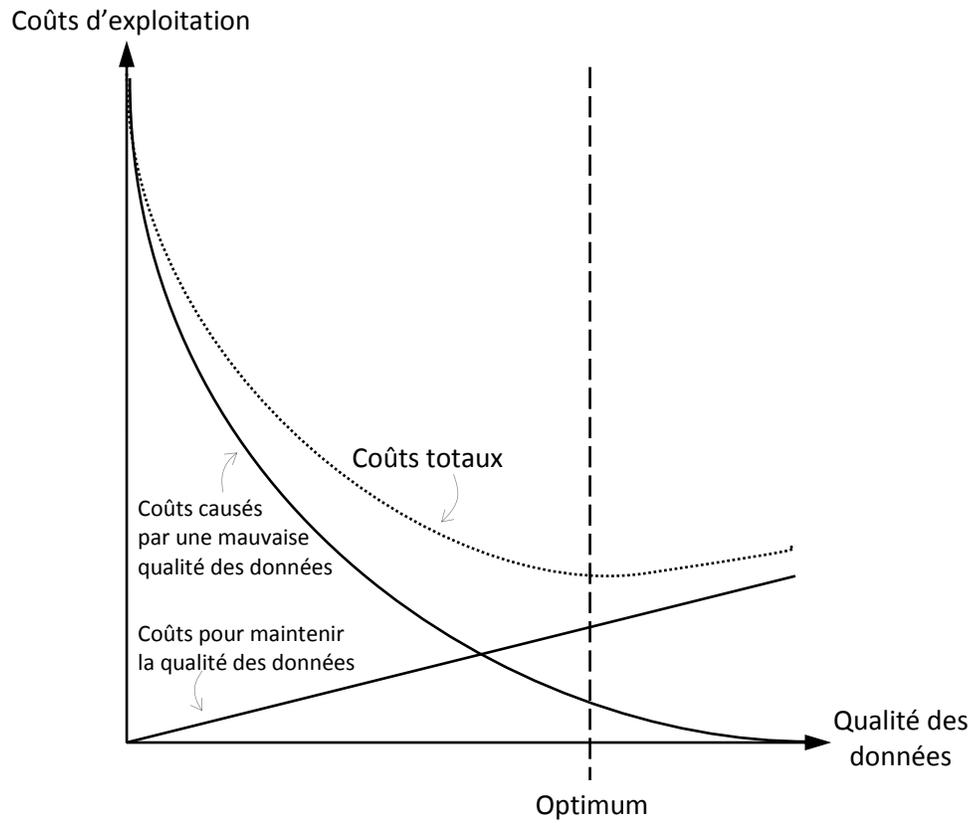
Impact	Cause probable ou perçue	Coûts cachés	Coûts directs	Tâches op.	Décisions strat.	Référence
Usage de données désuètes ou incorrectes	Les différents systèmes peuvent contenir différentes version d'une entité à plusieurs stades, la mauvaise version peut ainsi être employée. Elle pourrait ainsi avoir les mauvaises caractéristiques, le mauvais prix, etc.	✓	✓	✓	✓	(Silvola et al., 2011)
Arrêt de la production	Données manquantes ou qui ne sont plus à jour, par exemple l'absence de matériaux dans la liste des composantes d'un produit, qui n'ont ainsi pas été commandés.		✓	✓		(Silvola et al., 2011)
Production du mauvais produit	Données d'un article très similaires à celles d'un autre article ou nom de l'article incorrect, mauvaise définition de l'article ou encore nomenclature erronée.		✓	✓		(Silvola et al., 2011)
Livraison d'un produit à la mauvaise adresse, ou dans la mauvaise quantité ou au mauvais prix	Mauvaise adresse du client ou mauvais client, données de vente incorrecte, etc.		✓	✓		(Haug et al., 2011)
Perte d'une opportunité d'affaires	Données manquantes ou qui ne sont plus à jour, manque d'un portrait complet du client ou de l'entité.		✓		✓	(Cepariu et al., 2011; Silvola et al., 2011)
Consolidation des données longue et laborieuse, échec de l'implantation d'un PGI (ou autre progiciel)	Données manquantes, dans des formats différents ou non fiables. Peut être causé par les silos organisationnels qui ne s'entendent pas sur des standards ou ont une perception différente d'un standard.		✓	✓	✓	(Knolmayer & Röthlin, 2006; Silvola et al., 2011)

Impact	Cause probable ou perçue	Coûts cachés	Coûts directs	Tâches op.	Décisions strat.	Référence
Perte de données	Changements fréquents des systèmes durant le cycle de vie d'un produit (qui peut s'échelonner sur plusieurs années), certaines données ont pu être oubliées, perdues, corrompues ou jugées non pertinentes au moment d'une transition. La version originale d'un produit peut ainsi ne plus exister.	✓		✓		(Silvola et al., 2011)
Ralentissement des processus de l'entreprise	Mésentente sur ce qui constitue la référence pour traiter un dossier, difficulté à retrouver l'information, etc.	✓		✓		(Silvola et al., 2011)
Non-respect de la réglementation en vigueur	Maintient d'informations erronées au sein des données maîtres dans des situations régulées telles que dans le domaine pharmaceutique, ou champs incorrect qui font qu'un mauvais taux de taxation est perçu ou alors erreurs qui mènent à des faussetés comptables.	✓	✓	✓		(Cepariu et al., 2011)
Création de données dupliquées	Lorsqu'un employé ne trouve pas une information dans un délai raisonnable, il peut juger qu'elle n'existe pas et créera ainsi une autre entrée, diminuant la qualité des données.	✓		✓		(Knolmayer & Röhlin, 2006)
Impossibilité d'utiliser des fonctions du progiciel	Lorsque les données ne sont pas fiables, sont incomplètes ou seulement partiellement saisies, des fonctions avancées des PGI telles que l'explosion d'une nomenclature (« BOM explosion ») ne peuvent pas être utilisées, ou du moins que partiellement. Le cycle de vie d'un produit qui peut être long peut aussi nécessiter un nombre important de pièces de remplacement et une mise à jour de la nomenclature du produit.	✓	✓		✓	(Knolmayer & Röhlin, 2006)

Impact	Cause probable ou perçue	Coûts cachés	Coûts directs	Tâches op.	Décisions strat.	Référence
Orienter l'entreprise vers les mauvaises priorités et décisions	Données manquantes, qui ne sont plus à jour. Celles présentes mettent l'emphase sur de mauvaises priorités car elles sont un portrait infidèle de l'entreprise.	✓			✓	(Cepariu et al., 2011; Haug et al., 2011; Knolmayer & Röthlin, 2006)
Évaluation des stocks ne représentant pas la réalité	Dans l'urgence, un employé peut avoir réceptionné un article qui sera dorénavant commandé fréquemment, mais sans avoir pris le temps de saisir la fiche de l'article. Sinon, si la fiche de l'article existe, elle peut contenir des erreurs.	✓			✓	(Knolmayer & Röthlin, 2006)

Comme le tableau permet de le constater, ces impacts ont pour l'ensemble un autre impact direct ou indirect : des pertes financières pour l'entreprise. Si par exemple la production cesse pendant plusieurs heures ou jours, il s'agit de salaires payés à des employés à la production qui ne produisent pas. Ce qui fera en sorte que des marchandises qu'on souhaite vendre ne seront pas produites, rendant des clients insatisfaits en augmentant les délais, en plus du stress occasionné aux employés. L'autre impact difficilement mesurable est la baisse de réputation de l'entreprise par rapport aux clients actuels, aux futurs clients et autres parties avec lesquelles on interagit (Haug et al., 2011).

L'embauche d'employés pour remédier aux ennuis détectés occasionne également un coût à l'organisation et bien qu'il soit difficile à mesurer, il existe théoriquement un optimum entre les dépenses faites pour améliorer la qualité des données et les conséquences financières d'une mauvaise qualité des données (Haug et al., 2011). La figure 2.2 permet d'imager ce concept.

Figure 2.2 : Coûts totaux encourus par la qualité des données dans une entreprise

Traduit de Haug et al. (2011)

Ainsi, plus la bonne qualité des données est souhaitée, plus il faudra dépenser d'argent pour maintenir ce niveau de qualité souhaité, ce qui réduira les coûts occasionnés par la mauvaise qualité des données. À un certain niveau de qualité des données, les coûts totaux seront les plus faibles, point où se situe l'optimum. La figure 2.2 se veut comme un modèle pour représenter ce fait, car plusieurs éléments peuvent faire diverger ce modèle de la réalité. Tout d'abord, comme on a pu le constater dans la sous-section précédente, les coûts sont soit cachés ou directs. Par définition, il est ainsi très difficile de déterminer les sources de coûts cachés, donc si une entreprise emploierait ce modèle, le fait qu'elle utilise des estimations signifierait qu'elle ne se retrouve pas à l'optimum réel. Finalement, les coûts pour parvenir à un niveau de qualité de données défini n'augmentent pas nécessairement linéairement (English, 1999).

En bout de ligne, ce qu'il faut retenir, c'est qu'un optimum existe et qu'il ne se retrouve certainement pas au niveau du statu quo, en ne prenant pas en compte la qualité des données comme étant un enjeu organisationnel.

2.3 Recension des problèmes de qualité des données

Les erreurs qu'on retrouve au sein d'ensembles de données peuvent être courantes, une faute de frappe par exemple, ou propres à l'usage particulier des systèmes d'où l'ensemble de données provient. Cette section servira donc à effectuer une revue des différents types d'erreurs possibles qui sont issues de problèmes de qualité des données et à sa mauvaise gestion en général.

Dans un premier temps, la première section présentera les erreurs qui sont issues des conflits de la modélisation d'une entité. En effet, schématiser une entité en dépôt de données peut être parfois complexe et poser problème. Dans un second temps, les erreurs qui sont dans les données elles-mêmes, une fois un dépôt de données mis en place, seront recensées. Dans les deux cas, quelques cas et exemples seront présentés afin de bien définir un type d'erreur précis et d'aider à la compréhension de celui-ci. Cela permettra d'avoir un aperçu riche des types d'erreurs et leurs application possible à un système particulier afin de créer un prototype qui soit le plus complet et fidèle aux erreurs qu'on pourrait retrouver dans de vraies données.

2.3.1 Erreurs provenant de conflits dans la modélisation d'une entité

Cette source de problèmes a trait à la modélisation des dépôts de données. L'artéfact tentant de simuler des problèmes concrets, ce type de problèmes devrait donc également être inclus dans celui-ci.

Ainsi, la modélisation d'une ou plusieurs entités dans une base de données requiert en général de faire des choix et d'imposer des règles d'affaires propres à une organisation. Une entité possède différentes caractéristiques qui lui sont propres et sa modélisation au sein d'une base de données relationnelle peut nécessiter un certain niveau de simplification. Il en résulte qu'il est possible qu'il y ait présence de conflits lorsqu'elle est modélisée au sein de plusieurs systèmes, conflits résultant en des « erreurs » au sein des données contenues dans la base de données. On parle alors d'hétérogénéité dans un contexte où on souhaite concilier ces bases de données (George, 2005). Il existe un nombre non négligeable de classifications sur les types d'hétérogénéité (Jirkovský, Obitko, & Mařík, 2017).

George (2005) suggère 2 causes possibles de l'hétérogénéité : les îlots organisationnels et l'influence distincte dans le processus de modélisation des développeurs. Cela mène ainsi à 3 situations hypothétiques, soit le développement autonome (cause 1), l'autonomie de la conception (cause 1 et 2) ainsi que la modélisation d'entités réelles dans la conception du dépôt

de données (cause 2), aussi appelée hétérogénéité sémantique. Chacune des 3 situations sera vue dans les sections qui suivent et sont basées, à moins d'indication contraire, sur les recherches de George (2005).

Développement autonome

En contexte d'entreprise, lorsque par exemple des départements ont une forte autonomie et qu'ainsi chacun peut procéder comme il l'entend, cela mène à des systèmes qui sont déconnectés les uns des autres. Également, le fait que la tâche soit divisée entre plusieurs modélisateurs, car trop grande pour un seul, mène également à un manque d'arrimage entre les modèles.

Autonomie de la conception

L'autonomie de la conception, quant à elle, survient lorsqu'il y a « une différence de perception et d'influence par rapport au discours, de la représentation du modèle [...], des conventions de nom, dans l'interprétation sémantique des données et dans les contraintes appliquées » (George, 2005, p. 32).

Hétérogénéité sémantique

Ces problèmes ont pour origine les différences d'interprétation et de perspective qu'ont divers individus d'une entité réelle qui se produisent lors de la traduction de la conceptualisation de l'entité en un dépôt de données. En effet, l'entité est d'abord conceptualisée dans le monde conceptuel, 1^{re} source où il peut se produire des erreurs d'interprétation, puis elle est représentée dans le monde des dépôts de données, 2^e source où on peut voir apparaître des erreurs d'interprétation. Le contexte d'interprétation a également une grande influence.

Euzenat et Shvaika (2013) mettent en lumière différentes causes dans ce contexte : différence dans le périmètre, différence dans la granularité et différence dans la perspective.

Différence dans la couverture (« coverage »)

La différence dans la couverture suggère deux entités différentes (qui pourraient se chevaucher) qui sont décrites d'une même façon (détails) et d'une même perspective alors qu'elles sont distinctes. La section 0 présente un tel exemple.

Différence dans la granularité

La différence dans la granularité survient lorsque la même entité est décrite avec un niveau de détail qui n'est pas le même. Il devient alors complexe d'intégrer un dépôt de données granulaire

à un autre qui l'est moins, car cela requiert de déléster de l'information. L'inverse est également complexe, puisque cela nécessite de compléter l'information dans le dépôt le moins granulaire afin d'intégrer le dépôt le plus granulaire.

Différence dans la perspective (ou différence dans le périmètre)

La différence dans la perspective survient lorsqu'une entité est représentée de deux façons différentes, avec le même niveau de détails, mais d'une perspective qui diffère. Pour illustrer, on peut prendre l'exemple d'une carte géographique politique, qui présente les territoires, ou d'une carte géographique physique, qui présente les dénivellations.

Exemple d'hétérogénéité

Afin de mieux illustrer les propos d'une différence d'interprétation (hétérogénéité sémantique), prenons par exemple l'entreprise fictive A qui modélise ses fournisseurs en leur permettant d'avoir plusieurs contacts pour un même fournisseur (voir figure 2.3), qui représente son interprétation d'entités réelles selon son contexte. Mais on retrouve également l'entreprise fictive B qui n'emploie qu'un seul contact par fournisseur (voir figure 2.4), ce qui est l'interprétation selon son contexte de la réalité, car elle pourrait juger que cela lui suffit. En effet, dans son contexte d'affaires, lors de l'implantation, il était plutôt rare d'entretenir des relations avec différents contacts. Mais avec les années, ces exceptions se font de moins en moins rares. Ainsi, s'il s'avérait qu'un même fournisseur possède de nombreux contacts, les employés font face à différents choix : il se peut par exemple qu'ils décident de créer plusieurs fournisseurs différents pour chacun des contacts, ou alors de ne conserver que le contact le plus important et de noter les autres dans un dossier papier. Cela fait en sorte que l'entreprise B, sans en être nécessairement consciente, contient une certaine quantité importante de duplicatas dans son système, en plus d'avoir des informations additionnelles qui ne sont pas accessibles à tous.

Figure 2.3 : Exemple de modélisation des fournisseurs et contacts de l'entreprise A

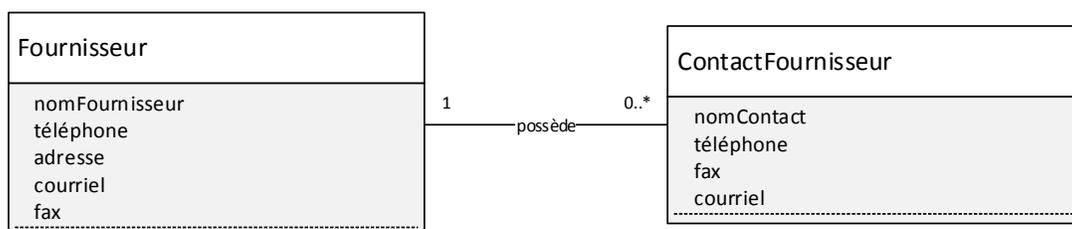


Figure 2.4 : Exemple de modélisation des fournisseurs et contacts de l'entreprise B

Fournisseur
nomFournisseur nomContact téléphone adresse courriel fax

Les deux entreprises possèdent un degré de granularité similaire, mais une couverture, qui, dans le cas de l'entreprise B, fusionne 2 entités en une. Si ces deux entreprises souhaitaient fusionner et partager le même système, l'hétérogénéité des dépôts de données serait une contrainte au partage de système. L'exemple présente 2 entités, mais un système peut en contenir bien davantage, et l'hétérogénéité peut affecter une bonne partie des entités. Dans l'exemple, il s'agit de deux compagnies, mais il pourrait très bien s'agir de deux départements d'une même entreprise également.

2.3.2 Erreurs au sein des données

À présent que les erreurs dans la conception des dépôts de données ont été vues, il est intéressant de constater les erreurs qui peuvent exister au sein des données elles-mêmes. Les données, qu'elles soient dans un système ou sur papier, servent aux activités courantes des entreprises. Trois types ou catégories de données ont été identifiés et présentés dans la section 2.1 (McGilvray, 2008; Vayghan et al., 2007). Cette section se concentrera donc plus spécifiquement sur les données maîtres.

Oliveira, Rodrigues, et Henriques (2005) proposent une taxonomie des problèmes de qualité des données qui est présentée dans le tableau 2.2. Ces auteurs ont identifiés six niveaux où on peut retrouver des problèmes de qualité des données. Allant du niveau le plus granulaire au moins granulaire : attribut, colonne, ligne, relation simple, relation multiple et sources de données multiples. Le tableau 2.2 présente la taxonomie développée par ces auteurs, les croix indiquant à quel niveau on retrouvera ces problèmes au sein d'une ou de plusieurs bases de données. D'autres modèles de classification des problèmes de qualité ont d'abord été envisagés, entre autres la classification proposée par Ge et Helfert (2007) qui classifie les problèmes selon 2 perspectives ainsi que 2 contextes qui était complète et qui reprenait la taxonomie de Oliveira, Rodrigues, et Henriques (2005). Toutefois, pour l'aspect pratique de l'inclusion de ces problèmes dans un jeu

sérieux, la taxonomie de Oliveira, Rodrigues, et Henriques (2005) a été retenue, en incluant et classant des problèmes qui ont pu être identifiés par d'autres auteurs.

Le tableau 2.2, qui suit, présente ces problèmes sous forme de matrice, il contient une description détaillée de chacun des problèmes et des exemples afin de faciliter la compréhension du lecteur. Une forme compacte de la matrice est également disponible en annexe 3 (page 186) où les descriptions et les exemples ont été retirés.

Tableau 2.2 : Taxonomie des problèmes de qualité des données et niveau d'application

Problème de qualité des données	Description	Exemple	Attribut	Colonne	Ligne	Relation simple	Relation multiple	Sources de données multiples
Valeur manquante	La valeur d'un champ, qui a été définie comme obligatoire, est manquante (Oliveira et al., 2005). Cette erreur est présente au niveau d'un attribut ou champ.	Champ vide : le nom de famille du client dans le champ « customerName » est manquant (Oliveira et al., 2005).	✓					
Violation syntaxique	La valeur d'un champ, qui doit respecter une convention, ne respecte pas cette convention d'écriture (Oliveira et al., 2005). Cette erreur est présente au niveau d'un attribut ou champ.	Erreur de format de date : le champ « orderDate » contient la valeur 13/12/2004 au lieu de 2004/12/13 (Oliveira et al., 2005).	✓					
Valeur incorrecte	Le champ contient une valeur qui est incorrecte (Oliveira et al., 2005). Cette erreur est présente au niveau d'un attribut ou champ.	Erreur de date : le champ « creationDate » contient la valeur 23/09/2003 au lieu de 23/09/2004 (Oliveira et al., 2005).	✓					
Violation du domaine	Dans ce contexte, le domaine réfère à l'ensemble des valeurs pour lesquelles la fonction est définie (« Ensemble de définition », 2016). Une violation du domaine se définit donc comme une valeur ne faisant pas partie du domaine défini (Oliveira et al., 2005). Cette erreur est présente au niveau d'un attribut ou champ.	Valeur non autorisée : la valeur « orderedQuantity » contient « -15 » au lieu de « 15 » (Oliveira et al., 2005).	✓					

Problème de qualité des données	Description	Exemple	Attribut	Colonne	Ligne	Relation simple	Relation multiple	Sources de données multiples
Sous-chaîne invalide	La valeur d'un champ contient un élément qui ne devrait pas apparaître dans ce champ (Oliveira et al., 2005). Cette erreur est présente au niveau d'un attribut ou champ et peut être considéré comme une forme de violation du domaine.	Insertion du titre de civilité de la personne ou du niveau académique : le champ « customerName » contient la valeur « M. John Smith » ou « Dr John Smith » au lieu de « John Smith ». Insertion d'un point cardinal dans le nom d'une ville : le champ « addressCity » contient « W. Hollywood » au lieu de « Hollywood », le « West » provenant du nom de la rue de l'adresse (« Sunsett Blvd. West ») (Bilenko & Mooney, 2003).	✓					
Faute d'orthographe	Similaire au problème de valeur incorrecte, ce problème indique la présence d'une erreur au sein d'un mot ou d'une chaîne de mots (Oliveira et al., 2005). Cette erreur est présente au niveau d'un attribut ou champ et peut être considéré comme une forme de violation du domaine	Nom/prénom similaire : le champ « customerName » contient la valeur « Smythe » au lieu de « Smith » (« Smith (surname) », 2016). Erreur de frappe : Caractère près sur le clavier : le champ « customerName » contient la valeur « Sm u th » au lieu de « Sm i th » (les lettres « u » et « i » sont près sur le clavier). Erreur de point typographique : Ajout de points dans un sigle : le champ « companyName » contient la valeur « A.B.C. assurances » au lieu de « ABC assurances ».	✓					
Valeur imprécise	La valeur d'un champ contient un acronyme ou une abréviation qui a plusieurs correspondances possibles, ajoutant un niveau d'ambiguïté dans son interprétation (Oliveira et al., 2005). Cette erreur est présente au niveau d'un attribut ou champ et peut être considéré comme une forme de violation du domaine	Abréviation d'un nom / prénom : le champ « customerName » contient la valeur « Ant. », on ignore si la personne se prénomme « Anthony », « Antonin », « Antonietta », etc. (Oliveira et al., 2005).	✓					

Problème de qualité des données	Description	Exemple	Attribut	Colonne	Ligne	Relation simple	Relation multiple	Sources de données multiples
Violation d'une contrainte du domaine d'affaires Ce type de problème est présent à tous les niveaux. Au niveau de la valeur d'un champ par exemple, ce champ ne respecte pas la contrainte établie pour ce champ, au niveau d'une colonne, il y a un non-respect d'une contrainte établie, etc. (Oliveira et al., 2005).		Noms manquants : le champ « customerName » doit contenir le prénom et le nom du client (au moins 2 mots), un enregistrement ne contient qu'un mot (Oliveira et al., 2005).	✓					
		Désordre chronologique des dates d'enregistrements: les valeurs du champ « creationDate » devraient apparaître en ordre chronologique dans la colonne, mais ce n'est pas le cas (Oliveira et al., 2005).		✓				
		Somme erronée : les champs « totalProduits », « quantité » et « prixVente » contiennent les valeurs « 100 \$ », « 2 unités », « 75 \$ » au lieu de « 150 \$ », « 2 unités », « 75 \$ » (adapté de Oliveira et al., 2005).			✓			
		Non-respect de la limite de liaisons : un produit peut être lié à diverses familles de produits, mais est limité à 10. Un produit possède 12 familles liées (Oliveira et al., 2005).				✓		
		Total erroné : le champ « totalCommande » de la table « Commande » contient la valeur « 100 \$ » alors que la somme de la valeur des produits commandés, « prixProduit », pour cette commande dans la table « DétailCommande » est de 90 \$.					✓	
		Non-respect de la limite de liaisons : un produit peut être lié à diverses familles de produits, mais est limité à 10. Un produit donné possède 7 familles liées dans la source A et 8 familles liées dans la source B, l'union des deux produits identiques donne 11 familles liées (Oliveira et al., 2005).						✓

Problème de qualité des données	Description	Exemple	Attribut	Colonne	Ligne	Relation simple	Relation multiple	Sources de données multiples
Violation de l'unicité des valeurs	La valeur d'un champ, dans certains cas, ne peut pas être la même pour deux enregistrements différents. Cette erreur est présente au niveau d'une colonne, où plus d'un enregistrement peut posséder une même valeur (Oliveira et al., 2005).	Valeur répétée dans un champ unique : deux clients différents ont le même numéro de payeur de taxe (Oliveira et al., 2005).		✓				
Présence de synonymes	La valeur d'un champ est présente à plus d'une reprise, mais sous forme de synonymes (Oliveira et al., 2005). Cette erreur est présente au niveau d'une colonne, mais également lors de l'utilisation de sources de données multiples.	Usage de synonymes : le champ « nomOccupation » contient la valeur « enseignant » et « professeur » au sein de deux enregistrements, mais représentent le même poste (Oliveira et al., 2005). Usage de synonymes : le champ « nomOccupation » contient la valeur « enseignant » dans la source A et « professeur » dans la source B, mais représentent le même poste (Oliveira et al., 2005).		✓				✓
Enregistrement quasi vide	La valeur de différents champs d'un enregistrement est manquante et dépasse un certain seuil établi, qualifiant l'enregistrement de quasi vide, celui-ci n'étant pas totalement vide. Cette erreur est présente au niveau d'une ligne.	Quasi vide : 70 % des champs ou attributs de l'enregistrement ayant la clé « 1000001 » sont manquants, l'enregistrement est donc quasi vide puisque le seuil a été fixé à 60 % (adapté de Oliveira et al., 2005).			✓			

Problème de qualité des données	Description	Exemple	Attribut	Colonne	Ligne	Relation simple	Relation multiple	Sources de données multiples
Violation de la dépendance fonctionnelle	Des attributs, même si répartis au sein de différents champs d'un enregistrement, peuvent avoir une dépendance fonctionnelle entre eux. Une erreur peut causer un non-respect de cette dépendance.	Mauvais code de région : une région peut être identifiée par un code de région. Les champs « region » et « codeRegion » contiennent les valeurs « Van » et « 604 » pour un enregistrement et « Man » et « 604 » pour un second, un code régional ne peut être associé qu'à une seule région (Kolahi, 2008; adapté de Oliveira et al., 2005). Entité dédoublée : un enregistrement possède un NAS « 012-345-678 » et aucun numéro de permis de conduire, un autre possède le numéro de permis de conduire « A1234-010100-00 », sans NAS. Le NAS « 012-345-678 » et le numéro de permis de conduire « A1234-010100-00 » correspondent à la même entité, il y a un problème de dédoublement.			✓			
Enregistrement dupliqué de manière approximative	Deux enregistrements avec une clé primaire différente pourraient représenter la même entité, leur contenu est quant à lui assez similaire. Cette erreur est présente au sein de différents enregistrements définis dans une relation simple et aussi lorsqu'il faut concilier diverses sources de données.	Enregistrement dupliqué : les enregistrements Client(10, 'Smith Barney', 'Flowers Street, 123', 502899106) et Client(72, 'S. Barney', 'Flowers St., 123', 502899106) pourraient être la même entité dupliquée (Oliveira et al., 2005). L'exemple dans le cas de sources multiples est le même, sauf que le 1 ^{er} enregistrement se trouve dans la source A et le second se trouve dans la source B.				✓		✓
Enregistrement dupliqué de manière inconsistante	Similaire à la définition précédente, excepté que les deux enregistrements ont de légères divergences qui peuvent laisser penser qu'il ne s'agit pas de la même entité (Oliveira et al., 2005). Tout comme la définition du problème précédent, cette erreur est présente au sein de différents	Enregistrement dupliqué : les enregistrements Client(10, 'Smith Barney', 'Flowers Street, 123', 502899106) et Client(72, 'Smith Barney', 'Sun Street, 321', 502899106) pourraient être la même entité dupliquée (Oliveira et al., 2005).				✓		

Problème de qualité des données	Description	Exemple	Attribut	Colonne	Ligne	Relation simple	Relation multiple	Sources de données multiples
	enregistrements définis dans une relation simple et aussi lorsqu'il faut concilier diverses sources de données.	L'exemple dans le cas de sources multiples est le même, sauf que le 1 ^{er} enregistrement se trouve dans la source A et le second se trouve dans la source B.						✓
Violation de l'intégrité référentielle	Certains enregistrements contiennent des clés lointaines référençant d'autres tables. Ce type d'erreur consiste en la présence d'une clé lointaine qui ne fait en réalité référence à aucun enregistrement de la table lointaine (Oliveira et al., 2005).	Clé lointaine inexistante : le champ « customerZipCode » de la table « Client » contient la valeur « 5100 » qui n'existe pas dans la table « Codes postaux » (Oliveira et al., 2005).					✓	
Référence incorrecte	Similaire au problème précédent avec la particularité que la clé lointaine erronée fait référence à un enregistrement existant dans la table lointaine (Oliveira et al., 2005).	Clé lointaine incorrecte : le champ « customerZipCode » de la table « Client » contient la valeur « 4415 » au lieu de « 4445 », tous les deux existent dans la table « Codes postaux » (Oliveira et al., 2005).					✓	
Hétérogénéité de la syntaxe	Dans le contexte d'une relation multiple, l'hétérogénéité signifie que certains types de données similaires utilisent une représentation différente au sein de 2 tables différentes qui sont liées (Oliveira et al., 2005).	<p>Dans la table « Commande », le champ « orderDate » emploie la syntaxe « jj/mm/aaaa » alors dans la table « Facture », le champ emploie la syntaxe « aaaa/mm/jj » (Oliveira et al., 2005).</p> <p>Dans la table « Client » de la source A, le champ « insertionDate » emploie la syntaxe « jj/mm/aaaa » alors dans la table « Client » de la source B, le champ emploie la syntaxe « aaaa/mm/jj » (Oliveira et al., 2005).</p>					✓	✓

Problème de qualité des données	Description	Exemple	Attribut	Colonne	Ligne	Relation simple	Relation multiple	Sources de données multiples
Référence circulaire au sein des enregistrements	Certaines bases de données possèdent des tables qui ont une liaison unaire sur elles-mêmes. Ces liaisons peuvent par exemple servir à construire une hiérarchie entre les enregistrements. La référence circulaire, terme utilisé dans Excel, mais utilisé légèrement différemment dans ce contexte (« Référence circulaire », 2015), pourrait s'expliquer par le fait de ne pas pouvoir trouver le sommet d'une hiérarchie lorsqu'il est supposé exister.	Insertion d'une référence circulaire : un produit peut être un dérivé d'un autre produit, la table « Produits » contiendra donc le champ « dérivéDe » pour identifier le produit parent. Si on a Produit(15, 'tête ronde', dérivéDe :27) et Produit(27, 'Tête ronde améliorée', dérivéDe : 15), on fait face à une situation où chacun des produits est un dérivé de l'autre et on n'est pas en mesure de déterminer lequel est au sommet de la hiérarchie (adapté de Oliveira et al., 2005).					✓	
Hétérogénéité des unités de mesure	Dans le cas de l'hétérogénéité de la syntaxe, la syntaxe employée présentait tout de même les mêmes valeurs, mais organisées différemment. Dans ce cas-ci, l'information utilise un unité de mesure qui diffère (Oliveira et al., 2005).	Monnaie étrangère : dans la source A, l'unité employé pour le champ « productSalePrice » est le dollars américain, alors que pour le même champ dans la source B on emploie l'euro.						✓
Hétérogénéité de la représentation	Lorsque la même information est présentée sous des formes différentes au sein de diverses sources de données, on considère qu'il s'agit d'hétérogénéité de la représentation (Oliveira et al., 2005).	La source A représente le genre d'un client par « M » et « F » alors que la source B emploie « 0 » et « 1 » (Oliveira et al., 2005).						✓
Existence d'homonymes	Les homonymes sont des mots qui ont la même forme, mais qui désignent des choses différentes (« Homonymie », 2016). Dans ce contexte-ci, des sources multiples de données contiennent les mêmes termes qui ne font pas référence à la même chose (Oliveira et al., 2005).	Produits similaires : Dans la table « Produits » de la source A, on retrouve le produit « souris », qui fait référence au matériel électronique, alors que dans celle de la source B, on retrouve également le produit « souris », mais qui fait référence à l'animal (Oliveira et al., 2005).						✓

Traduction libre de Oliveira et al. (2005, p. 12)

2.4 Mesures de la performance du couplage des données en gestion des données maîtres

Dans le contexte du développement de l'artéfact comme un jeu, il a été nécessaire d'identifier une méthode de mesure de la progression du participant dans le jeu. La principale tâche du jeu s'apparentant au couplage de données, il était intéressant de voir comment il est possible d'évaluer le couplage fait par un individu ou une application. L'identification de mesures de la qualité du couplage pourra servir par exemple à attribuer un score aux participants au jeu, en plus d'évaluer le niveau atteint par un sujet lors de l'expérimentation en laboratoire.

Deux méthodes d'évaluation ont été identifiées, soit les calculs par les erreurs de type I et II, qu'on retrouve traditionnellement en statistiques et en sciences de la santé ou alors le calcul d'optimisation de la classification.

2.4.1 Évaluation des erreurs de type I et II

Dans Christen (2012), on fait appel à différentes techniques afin de mesurer la qualité de couplage de données. Les méthodes de mesure se basent généralement sur la classification du résultat en quatre catégories :

- Vrais positifs (« True positives », « True match(es) ») : Un couple de données a été identifié comme étant équivalents, donc référant à la même entité, et ils sont réellement la même entité.
- Faux positifs (« False positives », « False match(es) ») : Un couple de données a été identifié comme étant la même entité, mais en réalité il s'agit de 2 entités distinctes.
- Vrais négatifs (« True negatives », « True non-match(es) ») : Un couple de données n'a pas été identifié comme étant la même entité, et ils ne sont pas la même entité.
- Faux négatifs (« False negatives », « False non-match(es) ») : Un couple de données n'a pas été identifié comme étant la même entité, mais en réalité il s'agit de la même entité.

Ces 4 catégories peuvent être présentées dans une matrice de confusion (« Matrice de confusion », 2016). Les matrices de confusion permettent de présenter les données numériques d'une classification et servent de base de calcul à la qualité d'une classification, dans notre cas précis le couplage de données.

Tableau 2.3 : Matrice de confusion

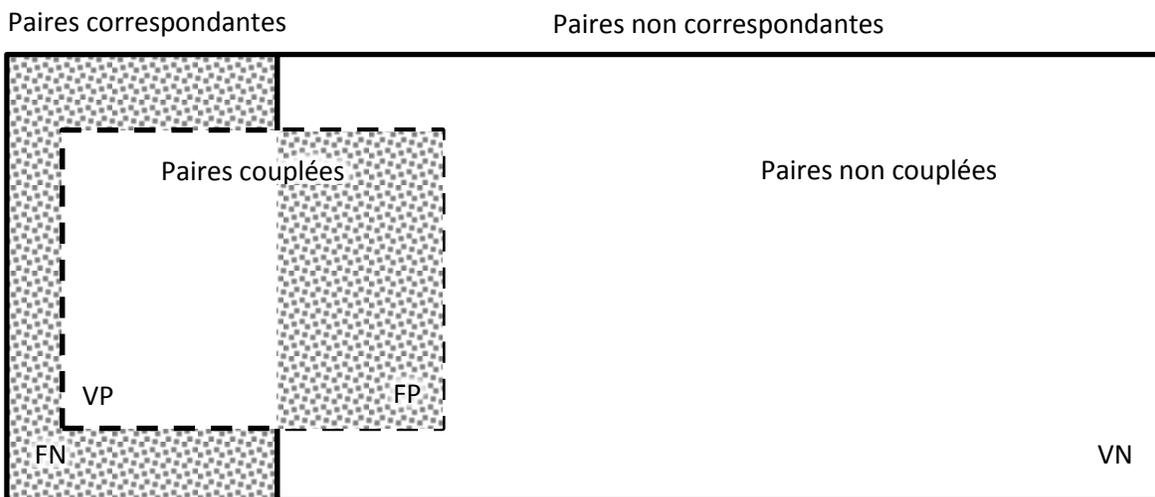
		Couplage effectué	
		Couplées	Non couplées
Réalité	À coupler	Vrais positifs (VP)	Faux négatifs (FN)
	À ne pas coupler	Faux positifs (FP)	Vrais négatifs (VN)

OU $\begin{bmatrix} vp & fn \\ fp & vn \end{bmatrix}$

Traduit et adapté de Sokolova et Lapalme (2009, p. 429) et de « Matrice de confusion » (« Matrice de confusion », 2016)

Les valeurs saisies dans une telle matrice permettent de calculer et de présenter des données de classification de façon standardisée. La figure 2.5, ci-dessous, sert à représenter graphiquement ces 4 catégories sur un diagramme de Venn afin de mieux comprendre schématiquement comment sont réparties les différentes catégories.

Figure 2.5 : Diagramme de Venn : classification du résultat du couplage des données



Traduit et adapté de Christen (2012, p. 166)

En plus des 4 cas mentionnés ci-haut, la figure 2.5 présente 4 autres ensembles différents. Tout d'abord, il y a les paires correspondantes qui regroupent les vrais positifs et les faux négatifs (FN+VP) et qui correspondent à un ensemble d'entités qui sont réellement identiques. Ensuite, il s'y trouve l'ensemble des paires non correspondantes qui regroupent les faux positifs et les vrais négatifs (FP+VN) et qui correspondent à un ensemble d'entités qui sont uniques ou non

dédoublées. Puis, il s’y trouve l’ensemble des paires qui ont été couplées, soit les vrais positifs et les faux positifs (VP+FP) et qui correspondent, comme le nom l’indique, aux couples qui ont été créés de paires liées ensemble. Finalement, à l’opposé, il s’y trouve les paires qui n’ont pas été couplées car jugées non équivalentes et qui comprennent les faux négatifs et les vrais négatifs (FN+VN). Les zones grisées (■) correspondent quant à elles aux erreurs de type I (FN) et II (FP). Les erreurs de type I et les faux négatifs, les erreurs de type II et les faux positifs sont considérés dans ce contexte comme étant équivalents, donc synonymes.

Contrairement à d’autres domaines scientifiques où on applique ces 4 cas de figure, dans le cas précis du couplage de données, comme tente de l’illustrer la figure 2.5, les vrais négatifs représentent une part importante des couples. En réalité, si le schéma était à l’échelle, il ne serait pas possible de visualiser les 3 autres catégories. Cette représentation peut approximativement osciller entre 90 et 99,9 %² des couples qui sont des vrais négatifs, dépendamment de quel source de donnée il s’agit. À titre d’exemple, si on compare deux ensembles de données possédant chacun 100 enregistrements (en ne considérant pas qu’un même jeu possède des doublons), il y aurait en tout 10 000 paires à comparer. La très forte majorité des paires seront rejetées puisque théoriquement tout au plus 100 couples sont identiques (1 %).

Les mesures de qualité qui incluent les vrais négatifs sont donc peu représentatives de la qualité du couplage puisqu’elles indiqueront presque toujours une excellente qualité, ce qui n’est pas nécessairement le cas, et peu de variance entre 2 applications ayant fait un travail très différent.

En omettant toutes les mesures qui prennent en compte les vrais négatifs et dont il est recommandé de ne pas employer, il reste la précision, le rappel et la F-mesure.

Équation 1 : Précision (« precision »)

$$précision = \frac{VP}{VP + FP}$$

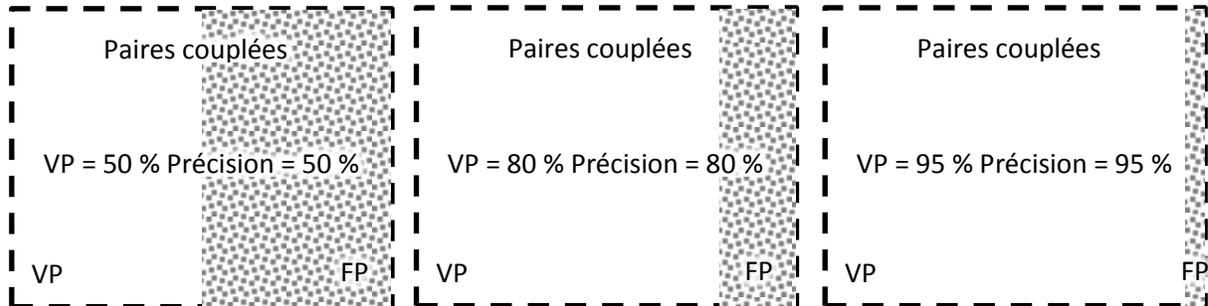
Source : (Christen, 2012, p. 167)

Cette équation donne la proportion de paires couplées qui sont en réalité correctement classées. Afin d’illustrer le résultat de l’équation, l’ensemble des paires couplées (VP+FP) a été repris de la

² Ces valeurs ne sont pas basées sur des données réelles, mais uniquement calculées à partir d’exemples et servent à donner une idée de grandeur sur ce que représente cette catégorie. Il serait difficile de calculer à partir d’un exemple réel, car cela nécessite de connaître à l’avance les erreurs.

figure 2.5 avec diverses valeurs de VP et leur précision correspondante et présenté dans la figure 2.6 :

Figure 2.6 : Sous-ensemble « paires couplées » - Différentes valeurs d'exactitude



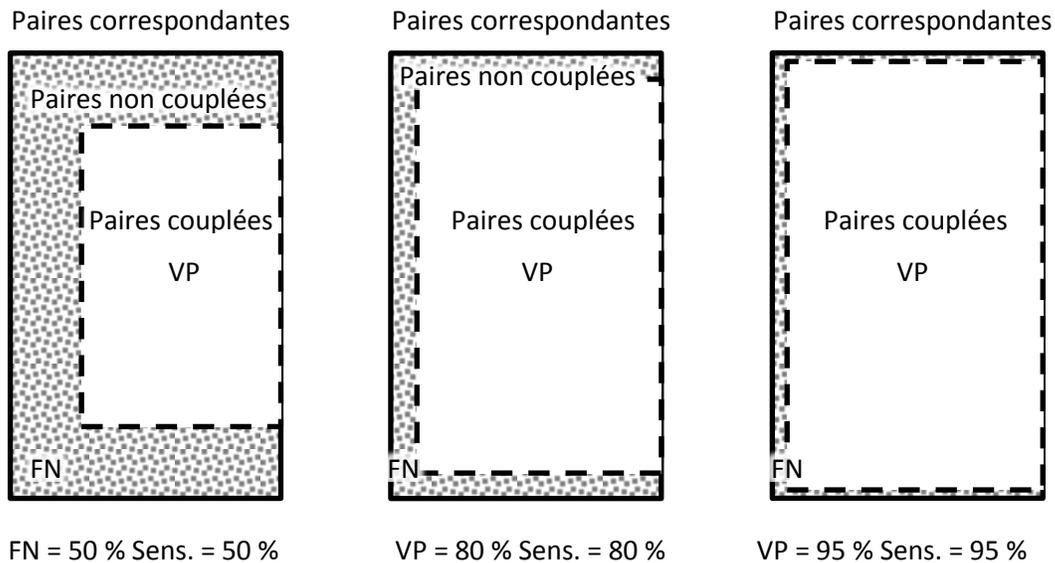
3 exemples de valeurs d'exactitude

Équation 2 : Sensibilité (Sélectivité, « Recall » ou « Sensitivity »)

$$\text{sensibilité} = \frac{VP}{VP + FN}$$

Source : (Christen, 2012, p. 167)

Cette équation donne la proportion des paires qui sont équivalentes qui ont été correctement identifiées. Cette équation est également connue sous le nom de la valeur prédictive positive dans le domaine médical, qui se traduit par « la probabilité d'avoir une certaine maladie si on présente un signe particulier » (« Valeur prédictive positive (sémiologie médicale) », 2017). Afin d'illustrer le résultat de l'équation, l'ensemble des paires correspondantes (VP+FN) a été repris de la figure 2.5 avec diverses valeurs de VP et leur précision correspondante et présenté dans la figure 2.7 :

Figure 2.7 : Sous-ensemble « paires correspondantes » - Différentes valeurs de sensibilité

3 exemples de valeurs de sensibilité

Équation 3 : F-mesure (« F-measure »)

$$f\text{-mesure} = 2 \times \left(\frac{\text{précision} \times \text{sensibilité}}{\text{précision} + \text{sensibilité}} \right)$$

Source : (Christen, 2012, p. 168)

La f-mesure vient combiner les deux précédentes équations (précision et sensibilité) et donne une valeur élevée que si le résultat des deux précédents est élevé. Pour illustrer cela, le tableau 2.4 a été calculé à partir des valeurs des 2 exemples précédents (en ajoutant la symétrie).

Tableau 2.4 : Valeurs de f-mesure pour une précision et une sensibilité donnée

		Précision				
		0,05	0,20	0,50	0,80	0,95
Sensibilité	0,05	5,0 %	8,0 %	9,1 %	9,4 %	9,5 %
	0,20	8,0 %	20,0 %	28,6 %	32,0 %	33,0 %
	0,50	9,1 %	28,6 %	50,0 %	61,5 %	65,5 %
	0,80	9,4 %	32,0 %	61,5 %	80,0 %	86,9 %
	0,95	9,5 %	33,0 %	65,5 %	86,9 %	95,0 %

Comme on peut le constater, par exemple, dans le cas où on obtiendrait une précision de 80 %, mais une sensibilité de 5 %, la f-mesure ne serait que de 9,4 %, ce qui est très peu, considérant la valeur de la précision que nous avons obtenu. Ainsi, pour obtenir une f-mesure de 95 %, il faudra que la précision et la sensibilité obtenues soient près de cette valeur.

Christen (2012) rapporte que la mesure la plus employée est l'exactitude, qui n'a pas été présentée puisqu'elle comporte les couples vrais négatifs (VN) comme variable, ce qui donne des taux élevés. Ce problème serait de plus en plus relevé et les chercheurs effectuent graduellement une transition vers ces 3 mesures qui ont été présentées.

2.4.2 Évaluation et optimisation du coût de la classification

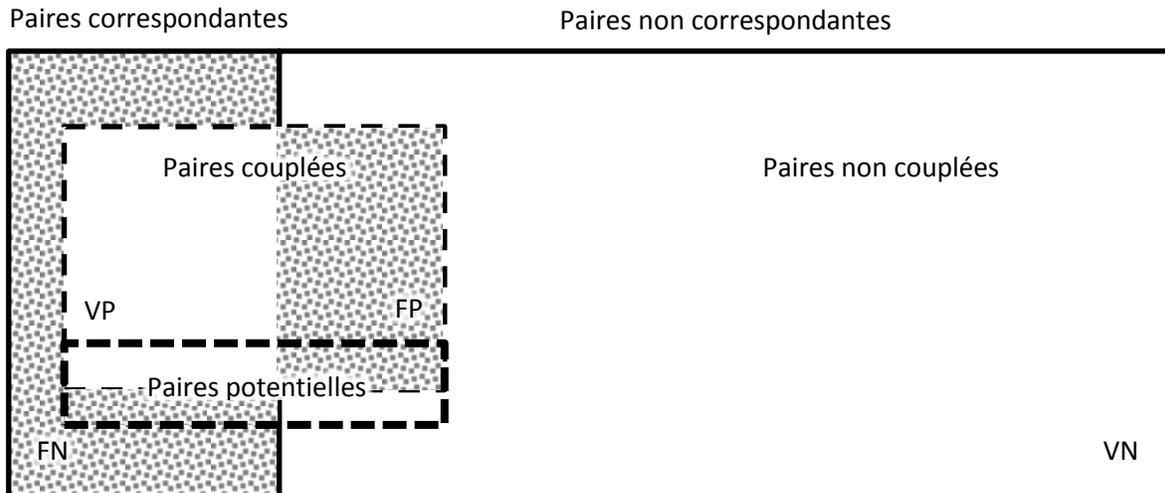
La deuxième méthode identifiée est la méthode d'évaluation et d'optimisation du coût de la classification. De façon générale, on chercherait à minimiser les erreurs de type I et II ou à maximiser les vrais positifs et les vrais négatifs, toutefois, dans cette méthode, on tient compte du coût lié à chaque type de décision qui a été prise par une solution.

Par exemple, le coût d'envoyer une lettre promotionnelle à un client qui n'est pas intéressé est minime versus la perte de revenus occasionnée par un client intéressé par la promotion qui n'a pas été contacté.

Selon le cas, si une paire est identifiée comme référent à la même entité, mais qu'en réalité ce ne soit pas le cas, cela peut induire un coût qui diffère du cas où il s'agirait de la même entité. Bien que ce modèle d'optimisation se sert des probabilités puisque dans la vie réelle, on ignore la vérité, il pourrait servir à calculer des coûts / bénéfices dans une situation pratique où on connaît réellement la vérité, comme dans le cas de l'artéfact.

Afin de mieux comprendre l'équation 4 qui sera vue plus loin, la figure 2.5, vue précédemment, a été reprise et altérée afin de présenter un nouveau concept couramment employé en couplage de données à l'aide de seuils de classement : les paires potentielles ou couples potentiels. Lorsqu'on utilise un système de couplage automatisé des données, on définit un premier seuil auquel on considère être certain que les paires sont identiques et qu'on couplera sans nécessairement réviser manuellement. Comme le couplage peut parfois être arbitraire à partir d'un certain seuil, on considère un deuxième seuil auquel les paires peuvent être similaires, mais qu'on révisera manuellement. Ces paires sont les paires potentielles. La figure 2.8 présente donc ce nouveau sous-groupe, parmi les différents groupes qui ont déjà été présentés dans la section précédente.

Figure 2.8 : Diagramme de Venn : classification du résultat du couplage des données (avec paires potentielles)



Traduit et adapté de Christen (2012, p. 166) et Verykios, Moustakides, et Elfeky (2003, p. 32)

Comme il est possible de le constater, les paires potentielles, qui seront ensuite catégorisées manuellement en paires couplées ou non couplées donnent également lieu à des vrais positifs, des faux positifs, des vrais négatifs et finalement des faux négatifs. Cela donne naissance à 6 catégories de coûts différents, présentés dans le tableau 2.5.

Tableau 2.5 : Coût associé aux différentes décisions de couplage

Coût	Classification	Statut réel
$c_{N,C}$	Non correspondant	Correspondant (C)
$c_{N,N}$	Non correspondant	Non correspondant (N)
$c_{P,C}$	Potentiel	Correspondant (C)
$c_{P,N}$	Potentiel	Non correspondant (N)
$c_{C,C}$	Correspondant	Correspondant (C)
$c_{C,N}$	Correspondant	Non correspondant (N)

Traduit et adapté de Christen (2012, p. 138) et Verykios, Moustakides, et Elfeky (2003, p. 32)

Cette méthode est un outil qui aide à la détermination des seuils optimaux dépendamment de la méthode de couplage utilisée et du type de données. Malgré cela, en règle générale, si l'écart entre les 2 seuils est grand, on devra procéder à davantage de travail manuel, améliorant la qualité du couplage, mais augmentant du même coup les coûts du couplage. Inversement, un écart faible mènera à peu de travail manuel, peu de frais, mais à plusieurs erreurs de couplage.

Ces différentes catégories de classification de coûts sont représentées au sein de l'équation 4, où on fait la somme des coûts multipliés par la probabilité de ces coûts.

Équation 4 : Optimisation du coût de traitement d'un couplage

$$C = c_{N,C} \times P(r \in \text{Non correspondant}, r \in C) + c_{N,N} \times P(r \in \text{Non correspondant}, r \in N) \\ + c_{P,C} \times P(r \in \text{Potentiel}, r \in C) + c_{P,N} \times P(r \in \text{Potentiel}, r \in N) \\ + c_{C,C} \times P(r \in \text{Correspondant}, r \in C) + c_{C,N} \times P(r \in \text{Correspondant}, r \in N)$$

Traduit et adapté de Christen (2012, p. 138)

Afin d'illustrer le coût d'un pairage potentiel, prenons l'exemple³ du croisement de 2 banques de données d'historique médical pour permettre d'identifier des patients atteints d'une maladie sévère. Chaque patient dont le dossier se retrouverait au sein des 2 banques serait atteint d'une grave maladie. Les patients identifiés sont convoqués à l'hôpital pour effectuer une batterie de tests afin de valider la maladie. Chaque patient erronément couplé occasionnera des milliers de dollars en tests inutiles et à l'inverse, les patients non couplés occasionneront des dizaines de milliers de dollars en traitement car la maladie aura été prise en charge trop tardivement, nécessitant des traitements supplémentaires. Le tableau 2.6 résume les éventualités de coûts mentionnés dans cet exemple.

Tableau 2.6 : Coût associé aux différentes décisions de couplage pour le cas fictif du traitement d'une maladie

Coût	Nombre	Tests	Classification manuelle	Traitement	Soins tardifs	Total
$c_{N,C}$	10	-	-	-	25 000 \$	25 000 \$
$c_{N,N}$	900 000	-	-	-	-	0 \$
$c_{P,C}$	100	5 000 \$	15 \$	10 000 \$	-	15 015 \$
$c_{P,N}$	75	-	15 \$	-	-	15 \$
$c_{C,C}$	200	5 000 \$	-	10 000 \$	-	15 000 \$
$c_{C,N}$	50	5 000 \$	-	-	-	5 000 \$
Total	900 435	-	-	-	-	-

³ Tiré et adapté de Christen (2012, p. 137)

L'équation 4 est une approche probabiliste, mais peut également être appliquée en approche non probabiliste. En entrant les valeurs dans l'équation 4, on obtient ce résultat :

Équation 5 : Optimisation du coût de traitement de couplage pour le cas fictif du traitement d'une maladie

$$C = 25000 \$ \times \frac{10}{900435} + 0 \times \frac{900000}{900435} + 15015 \$ \times \frac{100}{900435} + 15 \$ \times \frac{75}{900435} + 15000 \$ \times \frac{200}{900435} + 5000 \$ \times \frac{50}{900435}$$

$$C = 0,28 \$ + 0 + 1,67 \$ + 0,001 \$ + 3,33 \$ + 0,28 \$$$

$$C = 5,56 \$$$

Le coût moyen de catégorisation d'une paire est donc d'environ 5,56 \$, ce qui peut paraître comme très peu, mais il faut prendre en compte que pour 99,9 % des couples ($900000/900435$), le coût est nul. Si aucune erreur n'était commise, la situation parfaite où tout le monde est correctement catégorisé dès le départ, le coût moyen serait de 5,00 \$.

Calculons alors le coût total pour voir ce qu'il en est :

Équation 6 : Coût total de l'opération de couplage

$$C_{total} = (c_{N,C} \times n_{N,C}) + (c_{N,N} \times n_{N,N}) + (c_{P,C} \times n_{P,C}) + (c_{P,N} \times n_{P,N}) + (c_{C,C} \times n_{C,C}) + (c_{C,N} \times n_{C,N})$$

$$C_{total} = 25000 \$ \times 10 + 0 \times 900000 + 15015 \$ \times 100 + 15 \$ \times 75 + 15000 \$ \times 200 + 5000 \$ \times 50$$

$$C_{total} = 250000 \$ + 0 + 1501500 \$ + 1125 \$ + 3000000 \$ + 250000 \$$$

$$C_{total} = 5002625 \$$$

L'opération de couplage pour identifier et traiter les patients atteints d'une maladie sévère s'élève donc à un total de 5 002 625 \$ et la situation parfaite, avec l'algorithme de couplage parfait aurait quant à lui coûté 4 500 000 \$, ce qui est tout de même un écart non négligeable. Il faut noter qu'on ne se retrouve pas non plus dans la situation la plus imparfaite, le couplage aurait pu être d'une moindre qualité, il aurait pu y avoir davantage de faux négatifs par exemple, 10 étant très peu!

L'équation 4 et l'équation 6 ne sont pas fixes, il est possible d'y intégrer davantage d'arguments et de probabilité selon la situation. Les paires potentielles auraient pu être séparées en 4 régions par

exemple, pour d'abord prendre en compte le fait qu'elles nécessitent un traitement additionnel, puis selon la qualité du classement humain effectué, considérer des coûts différents. Une erreur de type I dans les paires potentielles pourrait avoir un coût différent qu'une erreur de type I en général. On pourrait également greffer au calcul d'autres probabilité, soit par exemple la probabilité d'être poursuivi par un patient victime d'une erreur de type I. Cette approche est donc très flexible.

2.5 Contexte d'apprentissage favorable

La section précédente a mis fin à la section qui a couvert les concepts de la GDM et les sujets connexes. Les prochaines sections couvrent davantage le jeu et l'apprentissage.

Cette section, plus spécifiquement, couvre la théorie en lien avec les sciences de l'apprentissage. L'artéfact vise l'apprentissage de concepts sur la GDM, cette section dresse donc un portrait rapide des connaissances et techniques qui peuvent être employées. Afin de couvrir la littérature, les recherches se sont essentiellement portées sur la formation des utilisateurs finaux (« end user training »), ce qui est un sujet commun en TI. Le but de la formation des utilisateurs finaux est le suivant : « Produire un utilisateur motivé qui possède les compétences nécessaires afin d'appliquer ce qui a été appris dans une [tâche particulière] » (traduction libre de Gupta, Bostrom, & Huber, 2010). Ce n'est pas tout à fait ce que l'artéfact réalise, car il existe techniquement une nuance. Il s'agit d'un contexte connexe qui s'approche assez près de ce qui est souhaité, soit l'enseignement de concepts de GDM, mais sans qu'ils soient nécessairement appliqués dans une tâche précise.

Dans la théorie sociale cognitive, la plus utilisée des théories sur l'apprentissage dans la recherche en TI (Gupta & Bostrom, 2013), l'utilisateur apprend par la réflexion de ce qu'il observe (Bandura, 1986). De cette théorie découlent 2 méthodes d'apprentissage, soit l'apprentissage vicariant (« vicarious learning ») et l'apprentissage actif (« enactive learning ») (Gupta & Bostrom, 2013). Dans la première méthode, l'apprenant apprend par la réflexion sur les actions faites par une autre personne. Par exemple, dans le cas de l'utilisation d'un système, il est possible de penser à quelqu'un qui explique étape par étape une tâche à réaliser. Cette formation peut être magistrale ou également faite à l'aide d'une vidéo. Dans la seconde méthode, l'apprentissage actif, l'apprenant apprend par la réflexion sur les actions qu'il pose lui-même. Le jeu sérieux est un exemple de tâche où l'utilisateur peut apprendre de ses propres actions. Par exemple dans l'étude

de Léger et al. (2012), les chercheurs ont utilisé une simulation conçue pour SAP afin de mettre en application une technique d'apprentissage par résolution de problèmes. Les utilisateurs apprennent donc l'usage de l'outil tout simplement en l'utilisant.

L'artéfact se veut comme une activité d'apprentissage actif, mais devra comprendre également une partie d'apprentissage vicariant. Lafontaine, Léger, Labonté-LeMoyne, Charland et Cronan (2017) ont démontré que les résultats étaient meilleurs lorsque l'apprentissage vicariant est effectué avant l'apprentissage actif.

Afin de mesurer l'appropriation faite par le participant, Gupta & Bostrom (2013) proposent de mesurer 3 variables : l'acquisition de connaissances cognitives, le métacognitif et l'affectif. Dans le premier cas, les auteurs ont développé un test de connaissance sur l'outil étudié. Dans le cas qui nous concerne, puisque l'étude ne porte pas spécifiquement sur un outil de GDM, le test de connaissance utilisé portera davantage sur la compréhension des concepts de GDM. Afin de mesurer la seconde variable, le métacognitif, les auteurs ont employé une mesure du sentiment d'auto-efficacité à utiliser l'outil, tel que proposé par Hollenbeck (1987). Pour la mesure de la troisième et dernière variable, sur l'affectif, les auteurs ont utilisé une mesure du niveau de satisfaction par rapport au processus d'apprentissage (Green & Taber, 1980).

2.6 Jeu, jeu vidéo, jeu sérieux et simulation

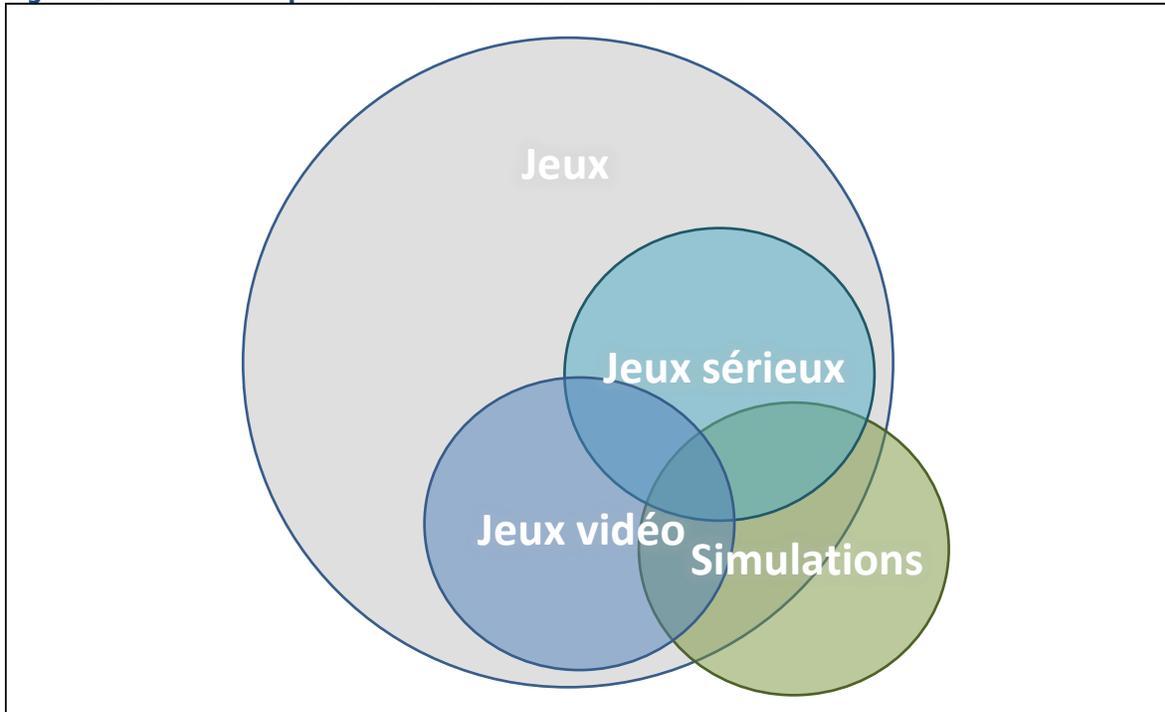
Afin d'éclaircir ce qui sera produit comme artéfact dans le cadre de ce mémoire, une revue non exhaustive des quelques définitions identifiées lors des différentes recherches de ce qu'est un jeu sérieux permettra d'y voir plus clair. Cette revue débutera par une définition générale des champs d'expertise des différents termes, puis sera divisée en deux temps, tout d'abord la définition du terme « jeu sérieux » sera vue et étudiée, ensuite celle du terme « simulation » et finalement une conclusion suite à la lumière faite sur ces deux définitions et suite à la recherche qui aura été effectuée.

La ludification de l'apprentissage a été envisagée afin de rendre les concepts de GDM plus intéressants dans un contexte académique. La théorie soutient que jouer à des jeux permet d'être plus efficient et permettrait de prendre connaissance de plus de matériel éducatif que dans un contexte plus traditionnel (Vogel et al., 2006). Le développement d'un jeu sérieux sur la GDM a donc été la solution privilégiée afin de ludifier l'expérience d'apprentissage.

Un jeu⁴ est un « cadre dans lequel les participants font des choix, mettent en place ces choix et obtiennent les conséquences de ces choix, dans le but de parvenir à un ou plusieurs objectifs » (Traduction libre de VanSickle, 1978). Dans le domaine des jeux utilisés en éducation, il existe actuellement plusieurs termes employés tels que la simulation, le jeu vidéo (« video game » en anglais), le jeu sérieux (« serious game » en anglais) et l'apprentissage par le jeu (« Game-based learning » en anglais) (Iuppa & Borst, 2010; Simões, Díaz Redondo, & Fernández Vilas, 2012). Parmi tous ces termes on retrouve régulièrement une certaine confusion sur leur usage et une définition qui peut varier grandement d'un auteur à l'autre (Farrington, 2011; Iuppa & Borst, 2010; Vogel et al., 2006). Cheng et al. (2015) ont proposé certaines définitions pour ces termes. En débutant par l'ensemble plus large, les auteurs définissent les jeux comme servant à se divertir et possédant des règles, buts et défis pour parvenir à cette fin. La figure 2.9 permet de suivre les descriptions qui seront faites dans les paragraphes à venir en tentant de situer l'essentiel des éléments mentionnés.

⁴ La plupart des termes contenus dans ce mémoire sur le jeu proviennent en général de l'anglais, langue dans laquelle la majorité de la littérature académique a été rédigée. Or, il est important de noter que le terme « jeu » en français est plus général et plus vaste que son équivalent anglais, ainsi jouer, « game », désigne une forme structurée de jouer, « play » (« Game », 2017). Il est donc important de soulever cette nuance, le fait que lorsqu'on réfèrera au jeu, il s'agit de la traduction du terme « game », qui implique à la base des règles et une structure, tel que stipulé dans la définition de VanSickle (1978).

Figure 2.9 : Schéma du positionnement des différents termes



Basé sur les définitions cumulées des auteurs

Dans les jeux, on retrouve les jeux vidéo, étant des jeux électroniques qui comportent des « images contrôlées par le joueur » (Traduction libre de Cheng et al., 2015) souvent catégorisés en plusieurs genres qui peuvent s'entremêler (par exemple jeux de réflexion, d'aventure ou d'action). Terme employé également dans les jeux de société ou de carte employés dans un but éducatifs, le terme « jeu sérieux » s'est transposé dans les jeux vidéo au début des années 2000 (Cheng et al., 2015). Faisant entre autres partie de l'ensemble des jeux vidéo, le jeu sérieux serait un terme large pour un jeu ayant comme visée l'apprentissage et la formation. Le terme apprentissage par le jeu se veut quant à lui comme un synonyme de de jeux sérieux (Simões et al., 2012).

De façon plus précise, Iuppa et Borst (2010) incluent deux caractéristiques qu'on retrouve dans la plupart des définitions des jeux sérieux : « transfert et renforcement des connaissances et compétences », donc l'aspect formatif des jeux et des « techniques et contenu visant à changer les comportements sociaux ou personnels » (Traductions libres de Iuppa & Borst, 2010).

Les simulations, par opposition à l'utilisation du jeu vidéo de façon purement récréative, se veulent comme une représentation plus ou moins fidèle de la réalité (Iuppa & Borst, 2010). Les simulations d'affaires (« business simulations ») ont été recensées en Amérique du Nord depuis

leur apparition en 1955, avec plus d'une centaine de jeux en 1961 aux États-Unis (Faria, Hutchinson, Wellington, & Gold, 2008). Dans celles-ci, le contexte, les données et les comportements sont réalistes (dans la mesure du possible) et tentent de présenter un fragment de la réalité et elles visent essentiellement à permettre l'apprentissage ou la formation (Iuppa & Borst, 2010). Comme soulevé dans Becker et Parker (2011), les simulations font également partie de l'ensemble des jeux vidéo, c'est-à-dire qu'elles ne se trouvent pas sur un continuum qui les opposerait aux jeux vidéo, mais ne s'y limitent pas. Les simulations sont, sans s'y limiter, également comprises dans les jeux sérieux, en plus de partager plusieurs éléments en commun (Iuppa & Borst, 2010).

Bliemel et Ali-Hassan (2014) soulignent que « jouer à des jeux implique la résolution de problèmes, créativité, persistance et d'autres compétences valorisées qui ne sont pas bien supportées par le système d'éducation actuel ». La création d'un artéfact, un jeu sérieux, versus l'apprentissage des concepts de gestion des données maître sans artéfact, pourrait avoir des bénéfices en ce qui a trait à la bonne compréhension des concepts de GDM. En effet, bien que les résultats diffèrent d'un contexte de jeu à un autre, la ludification de l'apprentissage a souvent des effets positifs sur l'apprentissage, la motivation et l'engagement dans la tâche à effectuer (Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014).

2.6.1 Définition du terme « jeu sérieux »

La première définition qui sera éclaircie sera le jeu sérieux. Les définitions présentées ont été sélectionnées pour leur point de vue qui ne converge pas totalement, dans le but de dresser un portrait riche. La mise en contexte a permis d'introduire l'origine est où se situait le jeu sérieux dans le spectre des jeux.

Suite à la définition d'un, des concepts clés retrouvés dans la définition ont été mis en évidence et listé dans une colonne distincte. Ces concepts ne correspondent pas toujours mot à mot avec ce que l'auteur a énoncé, ils ont été normalisés afin de pouvoir mieux comparer les définitions entre elles. Par exemple, « delightful play » et « entertainment » ont tous les deux été catégorisés comme étant le concept de divertissement.

Tableau 2.7 : Définitions d'un jeu sérieux et les concepts associés⁵

Auteur	Définition	Concepts
(Michael & Chen, 2005, p. 17)	« A serious game is a game in which education (in its various forms) is the primary goal, rather than entertainment . »	<ul style="list-style-type: none"> • Jeu • Éducation avant le divertissement
(Zyda, 2005, p. 26)	« A mental contest, played with a computer in accordance with specific rules, that uses entertainment to further government or corporate training, education , health, public policy, and strategic communication objectives. »	<ul style="list-style-type: none"> • Ordinateur • Divertissement • Formation corporative • Éducation
(Corti, 2006, p. 1)	« Is all about leveraging the power of computer games to captivate and engage end-users for a specific purpose, such as to develop new knowledge and skills . »	<ul style="list-style-type: none"> • Jeu vidéo • Engager les utilisateurs • Développement de connaissances et de compétences
(Nadolski et al., 2007, p. 339)	« In serious games, real-life scenarios and the discovery of domain-related, rule-based content for cognitive development are placed center stage, as opposed to leisure games [...]. » « A key challenge for serious game designers is to find an optimal combination of delightful play and achieving specified learning outcomes . »	<ul style="list-style-type: none"> • Scénarios réalistes • Divertissement • Apprentissage • Équilibre divertissement / apprentissage
(Iuppa & Borst, 2010, p. 11)	« In general, serious games are designed to act as conduits for each of the following: 1. The transfer and reinforcement of knowledge and skills 2. Persuasive techniques and content aimed at changing social or personal behavior (this would include games that promote, market, and recruit) »	<ul style="list-style-type: none"> • Transfert et renforcement des connaissances et compétences • Changement du comportement, social ou personnel • Jeu
(Farrington, 2011, p. 105)	« serious games (those created with a learning objective in mind) »	<ul style="list-style-type: none"> • Apprentissage
(Blohm & Leimeister, 2013, p. 276)	« Serious games reflect games that are linked to a particular learning objective »	<ul style="list-style-type: none"> • Apprentissage (learning objectives)

⁵ L'annexe 1 (à la page 184) contient les données de ce tableau sous la forme d'une matrice.

Auteur	Définition	Concepts
(Cheng et al., 2015, p. 355)	« any kind of video game-based learning and trainings »	<ul style="list-style-type: none"> • Jeu vidéo • Apprentissage • Formation
(Giessen, 2015, p. 2240)	« Serious Games clearly have become a genre of its own right in computer-based ludative teaching and learning. »	<ul style="list-style-type: none"> • Ordinateur • Enseignement • Apprentissage
(Westera, 2016, p. 681)	« These so-called serious games cover a wide range of domains, objectives, approaches and styles as to meet specific educational requirements and audiences. Because learning is their primary purpose a critical element of serious games is the assessment of learning achievements »	<ul style="list-style-type: none"> • Éducation • Apprentissage

Résumé des définitions du terme « jeu sérieux »

Sans faire de statistiques précises puisque ces définitions ne sont pas exhaustives de la littérature, on parvient tout de même à retrouver des éléments communs au sein de celles-ci. Tout d'abord, ce sont essentiellement des jeux, apparentés aux jeux vidéo. Ensuite, les jeux sérieux ont principalement une visée éducative et formative, qui vise à développer des compétences spécifiques, on les retrouvera donc en grande partie dans les secteurs comme la formation en grande entreprise ou en éducation. La notion d'équilibre entre l'apprentissage et l'aspect ludique qui est soulevée dans Michael & Chen (2005) ainsi que dans Nadolski et al. (2007) apparaissent comme étant un élément important, distinctif des autres catégories de jeux. Mais bien que certaines définitions tentent de bien se distinguer des jeux à vocation purement ludique, il s'agit d'un attribut central, où on cherche à rendre l'éducation davantage ludique, d'où l'emploi du terme *jeu sérieux*. La contrepartie est qu'il est rare qu'un jeu sérieux soit employé dans autre cadre que le contexte pour lequel il a été développé.

Pour résumer ces éléments : on cherche à engager des utilisateurs, soit l'apprenti (étudiant, débutant sur un sujet, etc.) dans un contexte d'apprentissage précis, en employant l'aspect ludique des jeux conventionnels, mais dans une visée de remplir des objectifs d'apprentissage précis.

Cette définition correspond donc aux objectifs visés pour le développement de l'artéfact, et bien que la simulation puisse être l'une des composantes du jeu sérieux, le but est avant tout de développer des compétences précises en GDM.

2.6.2 Définition du terme « simulation »

Plus qu'un « jeu » et au-delà du jeu sérieux, l'artéfact empruntera également certaines caractéristiques aux jeux de type simulation, abrégé avec le terme simulation dans les lignes qui suivent. Une revue non exhaustive de quelques définitions identifiées de ce qu'est une simulation permettra d'y voir plus clair. Le but de cette recherche est d'identifier des articles qui définissent ce que sont les simulations, souvent faites sur ordinateur et souvent dans un contexte académique.

Les définitions sélectionnées l'ont été suite à une recherche dans ABI/Inform Complete (ProQuest) avec les mots clés « simulation game » et « computer-based / web-based », en sélectionnant des articles académiques revus par les pairs. La recherche s'est limitée aux articles depuis 2007 afin d'avoir une définition qui soit récente. Les articles sans définition du terme ont été écartés. Les définitions de certains auteurs reprenant textuellement celles d'auteurs précédents, de plus vieilles références ont ainsi été incluses. Finalement, 2 références ayant une définition du phénomène ont été ajoutées. Référez au tableau 2.8 (ci-dessous) pour le nombre d'articles à chacune de ces étapes.

Tableau 2.8 : Nombre d'articles sur le terme « simulation » à chaque étape de la recherche

Recherche	Articles
Recherche initiale	251
Articles revus par les pairs	128
Depuis 2007	36
Disponibles	28
Contenant une définition de simulation (d'un autre auteur)	8 (4)
Références ajoutées	2
Articles dans la version finale	10

Le tableau 2.9 (ci-dessous) présente les différentes définitions en ordre chronologique de publication. Le terme employé dans la définition est mis en évidence tout juste avant la définition

et la dernière colonne met en valeur les concepts qui ont été relevé au sein des différentes définitions.

Tableau 2.9 : Définition du terme simulation et les concepts associés⁶

Auteur	Définition	Concepts
(Angelides & Paul, 1993, p. 111)	<p><i>Terme : « gaming-simulations⁷ »</i></p> <p>« [...] A sequential decision-making exercise, whose basic function is to provide an artificial environment where some characteristics of a real situation are replicated, enabling players to follow up the consequences of their decisions with rapid response. Its objective is to enhance a comprehensive understanding of complex systems and to develop learning skills. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Prise de décisions • Environnement artificiel • Représentation d'un contexte réel • Impact des décisions • Améliorer la compréhension de systèmes complexes
(Anderson, 2005, p. 85)	<p><i>Terme : « business simulation⁸ »</i></p> <p>« Often business simulation games are used in capstone strategy courses as a tool to integrate information acquired through the business curriculum and to provide a simulated, hands-on business experience. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Intégrer les connaissances du cursus • Expérience pratique simulée
(Léger, 2006, p. 441)	<p><i>Terme : « simulation games »</i></p> <p>« [...] Replicate, in a simplified manner, the complexity of a real-life environment, giving the participants experience with a particular phenomenon. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Représentation d'un contexte réel • Expérience pratique simulée
(Weir & Baranowski, 2008, p. 442)	<p><i>Terme : « simulation games »</i></p> <p>« [...] Offer an interactive environment in which formerly abstract concepts can come alive, enabling students to learn through experience. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Environnement interactif • Rendre concret des concepts abstraits • Apprendre en l'expérimentant

⁶ L'annexe 2 (page 185) contient les données de ce tableau sous la forme d'une matrice, ce qui peut faciliter la compréhension du lecteur des divers concepts et les recoupements entre les définitions.

⁷ Angelides et Paul définissent dans leur article les « gaming-simulations » comme un hybride entre les simulations et les jeux éducatifs, ce que la plupart des autres auteurs appellent des « business simulation games ».

⁸ Il arrive que « business simulation » ne réfère pas nécessairement aux jeux de simulation sur ordinateur, mais cet auteur s'attardait effectivement aux simulations sur ordinateur auxquelles participent des groupes d'étudiants.

Auteur	Définition	Concepts
(Mayer, 2009, p. 825)	<p><i>Terme: « simulation games »</i></p> <p>« [...] Can be defined as experi(m)ent(i)al, rule-based, interactive environments, where players learn by taking actions and by experiencing their effects through feedback mechanisms that are deliberately built into and around the game. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cadre de règles et / ou rôles à respecter • Environnement interactif • Prise de décisions • Impact des décisions
(Ayadi et al., 2014, p. 4952)	<p><i>Terme: « simulation games »</i></p> <p>« In these games, players represent real stakeholders who are faced with real problems. The outcome of the game is not defined in advance, but is revealed during social interaction. Different behavioral patterns may, therefore, emerge from interactions between stakeholders. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Représentation d'un contexte réel • Impact des décisions (environnement interactif) • Émergence de différentes tendances comportementales
(Léger et al., 2011, p. 41)	<p><i>Terme: « business simulation »</i></p> <p>« Simulations are goal-oriented and structured to lead learners towards the desired learning outcome. They also involve interaction that allows learners to test problem-solving strategies, experience the consequences of their actions, and adjust their decisions in a safe environment. [Well-designed] simulation learning experiences are generally associated with accelerated competency development and deeper understanding »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Axé sur des objectifs • Résolution de problèmes • Impact des décisions • Meilleur développement des compétences et compréhension
(Leemkuil & De Jong, 2012, p. 654)	<p><i>Terme: « simulation games »</i></p> <p>« [...] Are based on a model of a (natural or artificial) system or process. [...] Learners need to reach certain goals (e.g., a maximum profit) and take into account specific constraints (e.g., the maximum amount of money that can be borrowed). [...] When learning with a simulation, learners change the values of input variables and observe the values of output variables to understand the underlying model (e.g., collisions in physics or electrical circuits), and they do not need to reach a certain goal state. There are also no specific constraints that the learner must take into account regarding resources, or elements of competition and surprise »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Basé sur un modèle de systèmes ou processus • Axé sur des objectifs • Cadre de règles et / ou rôles à respecter • Impact des décisions • Absence de contraintes spécifiques

Auteur	Définition	Concepts
(Torres & Macedo, 2016, p. 119)	<p><i>Terme: « simulation game »</i></p> <p>« Aside from being a “method of organized experiential learning” particularly suited to the exploration of complex problems that involve communication (Petranek, 1994), gaming simulation has the added advantage that it may incorporate an element of fun in the learning process. It may make the overall experience more enjoyable and therefore increase receptivity to the ideas presented. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode d'apprentissage structurée • Résolution de problèmes nécessitant de la communication • Composante ludique
(Leemkuil, Jong, Hoog, & Christoph, 2016, p. 4)	<p><i>Terme: « simulation games »</i></p> <p>« [Games, simulations, and case studies] are constructivistic environments in which students are invited to actively solve problems. Games and simulations provide students with a framework of rules and roles through which they can learn interactively through a live experience. They can tackle situations they might not be prepared to risk in reality, and they can experiment with new ideas and strategies. They involve individual and group interpretations of given information, the capacity to suspend disbelief, and a willingness to play with the components of a situation in making new patterns and generating new problems. »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Résolution de problèmes en mode actif • Cadre de règles et / ou rôles à respecter • Expérience pratique simulée • Interprétation commune et individuelle de l'information • Capacité de créer de nouveaux problèmes en modifiant des composantes

Résumé des définitions du terme « simulation »

Parmi les 17 concepts identifiés, 8 sont présents (identifiés entre crochets) au sein de plus d'une définition. Ce qui ressort comme étant l'élément le plus récurrent est le fait que les simulations se veulent comme une [1] représentation d'un contexte réel, mais dans un but d'apprentissage. Vient ensuite [2] l'impact des décisions, où l'utilisateur entre des paramètres sous forme de décisions et dont les choix auront une conséquence (positive ou négative) sur la suite de la simulation. Découle de cela [3] l'environnement interactif, celui qui permet d'interagir, ces concepts étant plus ou moins liés. On retrouve également le concept d'offrir un [4] meilleur développement des compétences et de la compréhension du participant en rendant des concepts abstraits plus concrets à l'aide de la simulation. La [5] résolution de problèmes est un concept qui est également lié au développement des compétences et le [6] cadre de règles à respecter ou l'incorporation de

rôles permet également d'aider à cette compréhension. Finalement, les deux derniers concepts inclus sont la [7] la prise de décisions et le fait que la simulation soit axée sur des [8] objectifs à atteindre.

Un fait qui peut paraître comme étant surprenant parmi tous les concepts relevés, c'est que contrairement au jeu sérieux, l'aspect ludique du jeu n'est pas mis en valeur dans la majorité de ces définitions. De toutes les définitions, seulement Torres et Macedo (2016) ont inclus cet aspect. Cela révèle que les simulations peuvent être associées à une autre définition ou plutôt à un autre type de jeu connexe si on souhaite mettre en valeur l'aspect ludique des simulations, car comme il l'a été expliqué précédemment, la simulation et le jeu sérieux n'ont pas de limites clairement établies selon la littérature.

2.6.3 Conclusion suite aux définitions

Étant donné l'aspect légèrement diversifié de ces 2 définitions, et considérant le fait qu'on se trouve davantage sur un continuum que dans des catégories hermétiques, l'artéfact qui sera créé sera avant tout un jeu sérieux, d'où le titre de ce mémoire, ce qui mettra de l'avant l'aspect ludique et éducatif de celui-ci, idéal pour la formation des étudiants. La simulation sera, quant à elle, un moyen employé afin de parvenir à ces objectifs, ce qui comprendra donc l'utilisation de données fictives.

2.7 Attributs ludiques d'un jeu sérieux

Il existe dans la littérature plusieurs attributs qui font d'un jeu sérieux un jeu qui soit engageant et stimulant pour les utilisateurs, ce qui apparaît comme étant important dans le cadre du développement de l'artéfact. Couvrir les différents attributs jugés pertinents et leur sphère d'action permettra d'avoir un portrait des possibilités envisageables face à un manque à combler.

Cette revue s'est d'abord orientée vers 2 directions au sein de la littérature en TI, soit les mécanismes de ludification (« gamification » en anglais), que nous verrons dans un premier lieu, puis vers les attributs d'un jeu sérieux que nous verrons dans un deuxième lieu.

2.7.1 Mécanismes de ludification

Tout d'abord, la ludification, qui est un terme plutôt récent dans la littérature, se définit comme « l'emploi d'éléments et de mécaniques du jeu en dehors du contexte du jeu » (Seaborn & Fels, 2015, p. 16). Cette définition, qui est la plus acceptée dans le domaine, semble à première vue ne pas correspondre à une application concrète dans le cadre d'un jeu sérieux, puisqu'on se retrouve toujours en contexte de jeu. Un jeu sérieux ne pourrait ainsi pas être ludifié⁹, puisqu'il est déjà un jeu en soi. Seaborn et Fels (2015) mentionnent à ce sujet dans leur revue sur la ludification que le terme est couramment employé dans le contexte du jeu sérieux, et est utilisé parfois de façon interchangeable avec les concepts de jeux sérieux. En effet, la ludification a été étudiée principalement à l'origine dans le domaine Marketing, puis a été appliquée à d'autres domaines tels que l'éducation (Simões et al., 2012). En réponse à cela, Kapp (2012) tente d'éclaircir les choses en proposant que le jeu sérieux est un sous-ensemble de la ludification, en ce sens que ce n'est pas le jeu en soi qu'on souhaite rendre ludique, mais plutôt du contenu éducationnel, ce qui donnerait finalement naissance aux jeux sérieux. D'autres auteurs abondent dans le même sens en suggérant que les jeux sérieux ont des objectifs éducatifs, supportés par le jeu (Simões et al., 2012).

La revue de la littérature sur la ludification effectuée par Seaborn et Fels (2015) a relevé plusieurs cadres de références afin de structurer les éléments de ludification, dont celui de Blohm & Leimeister (2013) sur les motifs associés à ceux-ci, présentés dans le tableau 2.10 ci-dessous :

⁹ Traduction littérale de l'anglais « gamified » (« ludifier », 2015)

Tableau 2.10 : Éléments de conception de jeux, dynamiques et motifs

Élément de jeu : mécanismes	Élément de jeu : dynamiques	Motivations
Documentation du comportement	Exploration	Curiosité intellectuelle
Système de notation, badges, trophées	Collection	Réussite, accomplissement
Tableaux de classement ¹⁰	Compétition	Reconnaissance sociale
Rangs (hiérarchie), niveaux, points de réputation	Acquisition de statut	Reconnaissance sociale
Tâches de groupe	Collaboration	Échange social
Contrainte de temps, tâches, quêtes	Défi	Stimulation cognitive
Avatars, mondes virtuels, échanges virtuels	Développement / organisation	Autodétermination

Traduction libre de Blohm et Leimeister (2013, p. 276)

Les auteurs proposent de débiter par identifier ce qu'on souhaite encourager ou inciter, par exemple le sentiment de réussite, ce qui permet d'identifier ensuite les éléments qu'on souhaiterait incorporer, dans ce cas-ci par exemple un système de badges. Les auteurs ont ainsi catégorisé les éléments en 7 groupes de mécanismes de jeu qu'il est possible de combiner ou employer seul afin de ludifier quelque chose. Les dynamiques associées à chaque élément reflètent l'effet d'un mécanisme sur un participant. Il est à noter qu'il ne s'agit pas d'une liste exhaustive selon eux, mais de ceux qu'ils considèrent comme les plus importants. On peut ainsi envisager d'autres éléments de jeu qui n'ont pas été inclus dans ce tableau. D'ailleurs, des auteurs ont proposé dans leur nomenclature des mécanismes telles que : forums de discussion, les indices en cours de jeu, le gain et la perte de vies, indicateurs de progression, etc. (Lameras et al., 2017).

Les éléments de jeu sont finalement également liés à des motivations, motivations que l'utilisateur possède qui font en sorte qu'ils se plieraient à employer ou à désirer un élément de jeu et inversement, la présence d'un mécanisme, si employée, serait utilisée par la présence de cette motivation. Pour reprendre l'exemple cité précédemment, un système de badges serait utile afin de solliciter le sentiment de réussite et d'accomplissement chez l'utilisateur et si l'utilisateur l'emploie, ce serait par la présence de cette même motivation. Toutefois, ici encore, les auteurs

¹⁰ Il s'agit ici d'un système de classement, tel que pour le résultat d'une compétition et non le fait de trier quelque chose.

soulignent que la configuration particulière d'un élément de jeu dans un contexte précis pourrait être liée à une autre motivation que celle définie par les auteurs.

Ces éléments donnent des pistes de ce qu'il est possible d'implanter comme éléments au sein de l'artéfact, en plus de pouvoir réorienter en cours de développement si jamais une dynamique jugée importante s'avérait être manquante ou pour tout simplement rendre le jeu stimulant en emmenant à contribution plusieurs motivations différentes chez les utilisateurs.

2.7.2 Attributs d'un jeu sérieux

Dans un cadre plus large, Lamas et al. (2017) ont effectué une revue de la littérature sur diverses questions à propos des jeux sérieux. Cette revue les a emmenés à créer différents modèles théoriques qui sont plus larges que ceux proposés par Blohm et Leimeister (2013) car ils incluent également les activités qui entourent les jeux sérieux. En effet, l'usage d'un jeu sérieux implique davantage que l'outil en lui-même, car les utilisateurs doivent apprendre également comment l'outil fonctionne et également des théories qui entourent les notions couvertes dans l'outil. Le tableau 2.11 présente une catégorisation d'activités d'apprentissage par type.

Tableau 2.11 : Activités d'apprentissage et sous-type d'activités employés dans les jeux sérieux

Types d'activités d'apprentissage	Activité d'apprentissage
Transmission d'informations	<ul style="list-style-type: none"> • Enseignement magistral • Diapositives • Mémorisation de concepts • Identification de diagrammes et concepts • Exemples • Affirmations à compléter • Résumé de cours • Écoute
Activités individuelles	<ul style="list-style-type: none"> • Recherches d'information sur le web • Résolution d'exercices • Expérimentations scientifiques • Réflexion • Simulations • Modélisation • Jeux de rôle • Poser des questions • Etc.
Activités collaboratives	<ul style="list-style-type: none"> • Tempête d'idées • Projets de groupe • Recherches d'information sur le web en groupe • Questionner les autres groupes, en groupes • Simulations de groupe • Résolution de problèmes en équipes • Réflexion de groupe • Etc.
Discussion et activités d'argumentation	<ul style="list-style-type: none"> • Discussions guidées • Discussions ouvertes • Débats

Traduction libre et adaptation de Lameris (2017, p. 982), référer à l'auteur pour consulter les différentes références de leur revue de littérature qui a permis de bâtir ce tableau.

Les auteurs ont ainsi regroupé les activités d'apprentissage en 4 catégories distinctes qui sont les composantes même d'un cours universitaire. En effet, on retrouve presque toujours de la transmission d'information qui peuvent être suivi (pas nécessairement dans cet ordre) d'activités individuelles ou en équipes, puis de discussions. Ce tableau n'indique toutefois pas en quoi une activité serait préférable à une autre dans un contexte précis, mais tente davantage de lister les activités possibles afin d'inspirer le formateur sur les éventualités.

Le tableau 2.12 qui suit établit un lien entre ces types d'activité d'apprentissage, des attributs de jeu mentionnés par ces auteurs et les domaines cognitifs employés par l'apprenant (issus de la taxonomie de Bloom).

Tableau 2.12 : Lien entre les activités d'apprentissage et les attributs de jeu et leur résultat

Types d'activité d'apprentissage	Attribut de jeu	Résultat
Transmission d'informations	Description de la tâche, choix multiples à choisir, description de contenu, défis répétés, pointage / score.	Connaissance.
Activités individuelles	Journal de jeu, missions, cartes d'objectifs, narration, dialogues, puzzles, tâches non linéaires, outils d'étude, niveaux de jeu.	Compréhension, application, analyse.
Activités collaboratives	Jeu de rôle, communauté collaborative, « epic meaning » ¹¹ , bonus, concours, pointage / score, minuteriers, pièces / monnaie, inventaires, tableau de classement, découvertes communes et collaboratives, niveaux de jeu.	Application, analyse, évaluation, synthèse.
Discussion et activités d'argumentation	« Dialogues imbriqués » ¹² , interactions avec les PNJ ¹³ , clavardage en court de jeu, niveaux de jeu, courant de recherche, cartes (géographiques), arbres de progression.	Évaluation, compréhension, analyse

Traduction libre et adaptation de Lameris et al. (2017, p. 987)

Le tableau présente donc une collection d'attributs de jeu pertinents et les liens avec les domaines cognitifs de Bloom permettent de définir les activités qui doivent essentiellement être incluses dans un jeu sérieux. Par exemple, on peut souhaiter au minimum solliciter la connaissance et la compréhension de l'apprenant, menant ainsi à inclure des activités de transmission d'informations, de discussions ou d'activités individuelles.

¹¹ Le sentiment d'appartenir ou de contribuer à quelque chose de plus grand que soi, qui dépasse l'individu. L'exemple le plus courant est le fait de contribuer à l'encyclopédie Wikipédia et d'ainsi contribuer à protéger le savoir de l'humanité (« Octalysis », 2016).

¹² Négociation, persuasion et dialogues de délibération qui ont lieu entre les individus (Black & Hunter, 2009)

¹³ Personnage non-jouable (« Personnage non-joueur », 2017)

Ce qu'il faut retenir c'est qu'il existe une grande variété de mécanismes de jeu et d'attributs d'un jeu. Leur usage et leur impact dépendra toujours ultimement du contexte dans lequel ils seront employés. De plus, leur inclusion est inévitable dans un jeu sérieux et chacun n'a pas les mêmes objectifs et ne mène pas aux mêmes résultats.

3 Méthodologie

Cette partie vise à élaborer sur la méthode qui sera employée lors du développement de l'artéfact que sera le jeu sérieux. La première section décrit en détails la méthodologie employée alors que la seconde section décrira plus en détails le processus de développement du jeu sérieux qui sera suivi en se basant sur la méthodologie décrite.

3.1 Méthodologie de développement en « Design Science »

Peppers et al. (2007) ont élaboré une méthodologie de recherche en « Design Science » en systèmes d'informations afin de produire des artéfacts qui soient applicables à la recherche, regroupant donc différentes interprétations de ce qu'est le « Design Science » et évitant de commettre des erreurs en omettant des étapes qui devraient se retrouver dans la plupart des recherches utilisant cette discipline. Le développement de cette méthodologie visait donc à combler un manque existant dans la littérature en systèmes d'informations (Peppers et al., 2007). C'est donc cette méthodologie qui sera employée puisque sa description s'avère complète en se basant elle-même sur une revue des diverses approches de 7 auteurs (Peppers et al., 2007: 52) et elle est reconnue par divers auteurs de la discipline (Gregor & Hevner, 2013). Les étapes de cette méthodologie seront survolées dans la section suivante.

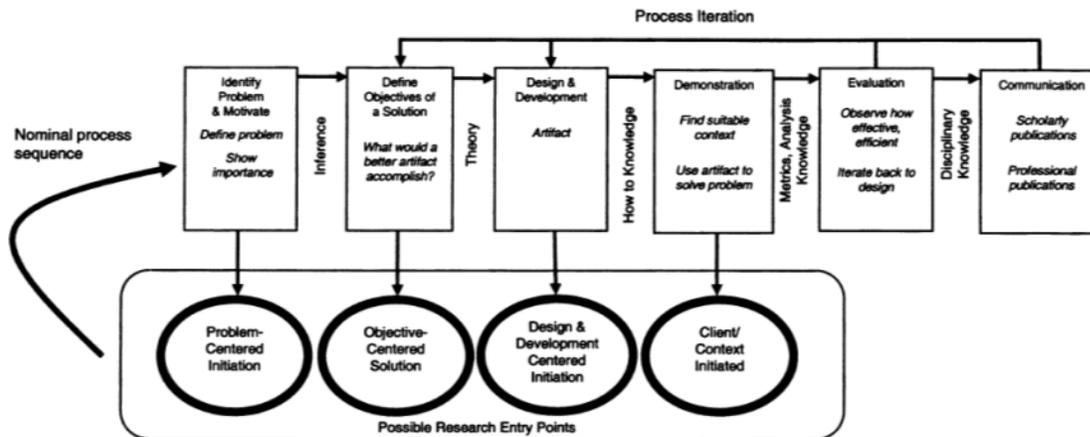
Il existe différents types d'artéfacts dans la recherche en systèmes d'information, qui ont été catégorisés par certains auteurs (Peppers, Rothenberger, Tuunanen, & Vaezi, 2012) dans un but de simplification. Ceux-ci peuvent donc être de diverse nature, tel (1) qu'un algorithme, (2) un « framework », (3) une instanciation, (4) un construit, (5) une méthode ou finalement (6) un modèle. Peppers et al. (2007) définissent l'artéfact comme « n'importe quel objet conçu dans lequel une contribution scientifique est intégrée dans sa conception » (Traduction libre de Peppers et al., 2007: 55). Dans le cadre de ce mémoire, le jeu sérieux qui sera développé peut alors être considéré comme une instanciation, puisqu'il s'agira d'une application.

Comme le souligne la 1^{re} ligne directrice de Hevner et al. (2004), « le but d'un artéfact est d'adresser un problème important de l'organisation » (traduction libre de Hevner et al., 2004: 84), sans quoi l'artéfact n'apportera pas de contribution à la connaissance.

3.2 Processus de développement du jeu

La méthodologie élaborée par Peffers et al. (2007) est un processus itératif composé de 6 activités qu'on retrouve de façon générale dans les méthodologies de développement (Gregor & Hevner, 2013) : « identification de la problématique et motivation », « objectifs de la solution », « design et développement », « démonstration », « évaluation » et « communication ». Comme le présente leur modèle (voir la figure 3.1 ci-dessous), plusieurs « points d'entrée » peuvent être la source de la conception d'un artéfact, ce cas-ci étant centré sur l'identification d'un problème, faisant commencer le processus à la 1^{re} activité. Le processus pourrait normalement également commencer à l'une des activités suivantes si la source est différente, pouvant ajouter des étapes antérieures après l'activité où le processus aura démarré.

Figure 3.1 : Modèle du processus de développement d'un artéfact



Source : (Peffers et al., 2007, p. 54)

Les sections suivantes décriront les 6 activités du processus, afin de situer l'équivalence entre les différentes activités provenant de Peffers et al. (2007) et le contenu du mémoire, le tableau 3.1 dresse un portrait de la situation.

Tableau 3.1 : Activités du processus de développement proposées par Peffers et al. (2007)

Activité	Nom de l'activité	Section du mémoire
1	Identification de la problématique et motivation	Chapitre 1 : Introduction
2	Objectifs de la solution	Chapitre 2 : Revue de la littérature Chapitre 3 : Méthodologie Chapitre 4 : Analyse et conception
3	Design et développement	Chapitre 5 : Évaluation
4	Démonstration (expérimentation)	
5	Évaluation	
6	Communication	Contenu de ce mémoire Présentation du mémoire

3.2.1 Activité 1 : Identification de la problématique et motivation

Cette première activité du processus valorise l'identification d'une problématique et sa justification afin de s'assurer que l'artéfact puisse avoir une contribution réelle (Peffers et al., 2007). En présentant ces éléments, en plus de permettre au lecteur de s'intéresser à la problématique, cela permet de mettre en lumière l'importance du développement de l'artéfact (Peffers et al., 2007).

Ces éléments ont été énoncés dans le chapitre 1, dans la partie problématique.

3.2.2 Activité 2 : Objectifs de la solution

Tel que décrit dans Peffers et al. (2007), la définition d'objectifs de la solution doit être en lien avec l'identification de la problématique identifiée. Ces objectifs peuvent être de nature qualitative, comment est-ce que cela répondra à la problématique, ou quantitative avec des cibles fixées à l'avance.

Des objectifs qualitatifs ont été avancés dans le chapitre 1, dans la section « objectifs de recherche » (voir page 3 au besoin).

3.2.3 Activité 3 : Design et développement

Dans cette activité, Peffers et al. (2007) réfèrent à la création même de l'artéfact. Afin de procéder à la création de celui-ci, il est nécessaire d'avoir une certaine connaissance du sujet à l'étude. En lien avec ceci, la revue de la littérature a permis de mettre en place une base de connaissances qui pourra être appliquée lors du développement même de l'artéfact et c'est également au sein de

cette étape que les fonctionnalités souhaitées de l'artéfact sont identifiées (Peppers et al., 2007). À cette fin, différents éléments à tenir en compte pour la création de l'artéfact ont été inclus dans la revue de la littérature. Les chapitres ultérieurs permettront de tisser des liens avec des éléments qui ont été développés dans la revue de littérature. Mais pour citer les exemples, tout d'abord, les attributs essentiels d'un jeu sérieux et les éléments de ludification permettent de planifier les composantes qui seront intégrées au jeu. Les mesures de qualité du couplage permettent de mesurer la progression des utilisateurs, l'avancement effectué dans l'ensemble de données. Les problèmes de qualité des données permettent quant à eux de générer des ensembles de données qui soient le plus près de la réalité ou qui paraissent crédibles aux yeux des participants.

Cette activité se reproduira à chacune des itérations, de plus amples détails sur les itérations seront vus à la section 3.3. Quant au développement de l'outil en soi, il sera vu plus en détail dans le chapitre 4.

3.2.4 Activité 4 : Démonstration (expérimentation)

Lors de cette activité, on souhaite valider que l'artéfact est en mesure de résoudre au moins un, sinon tous les problèmes identifiés lors de l'activité 1 (Peppers et al., 2007). Ces mêmes auteurs proposent plusieurs façons de démontrer l'usage de l'outil, par exemple l'usage d'une expérience, d'une simulation, d'une étude de cas, etc.

À chacune des itérations, un scénario de test sera défini et exécuté afin de valider que l'outil soit assez robuste pour des tests avec des utilisateurs. Afin de prendre en compte les résultats des précédentes itérations, le scénario se verra évolutif pour permettre de prendre en considération le fait que de nouvelles fonctionnalités sont ajoutées et surtout pour permettre de tester ces nouvelles fonctionnalités. Chaque itération sera donc accompagnée de son propre scénario de test.

Pour faire suite à la réalisation du scénario de test, un nouveau tutoriel pour l'artéfact sera réalisé, tutoriel qui sera employé lors des expérimentations en laboratoire.

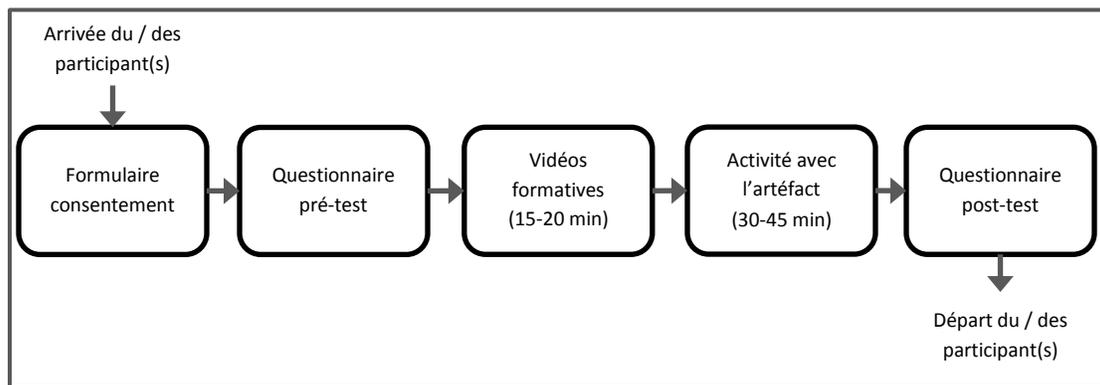
Finalement, suite à cela, une expérimentation en laboratoire dans un contexte pratique aura lieu. À la fin de chacune des itérations, des sujets qui n'auront pas nécessairement été déjà confrontés à la GDM seront invités à tester le jeu. Davantage de détails sur les expérimentations seront donnés dans la section évaluation (ci-dessous).

3.2.5 Activité 5 : Évaluation

Cette activité se veut comme une étape importante du processus de développement de l'artéfact puisqu'on verra jusqu'à quel point il répondra aux objectifs définis au préalable (Peffer et al., 2007) et permettra de collecter des données sur l'utilisation de l'artéfact lui-même. Ces mêmes auteurs suggèrent donc d'utiliser des observations et des mesures pour parvenir à valider l'atteinte des objectifs.

Pour obtenir les mesures, un protocole expérimental a été élaboré. Un exemplaire du protocole a été inclus en annexe 4 (page 187). La figure 3.2 présente un schéma du protocole expérimental qui sera employé lors des expérimentations avec des participants.

Figure 3.2 : Schéma du protocole expérimental



Après l'arrivée des participants et l'obtention de leur consentement, une mesure de la connaissance en GDM sera effectuée avant la phase de jeu. Ce questionnaire est désigné comme le questionnaire prétest dans le schéma et sera désigné ainsi dans le reste du mémoire. Il comprend également les renseignements démographiques du participant. La connaissance sera également évaluée après l'expérimentation. Finalement, d'autres mesures seront prises après l'expérimentation afin de pouvoir comparer le produit de chacune des itérations et déterminer quelles sont les meilleures composantes ou fonctions finales du jeu. Pour mieux comprendre ces mesures, le lecteur peut lire un peu plus loin la section sur le développement des questionnaires (section 3.3).

3.2.6 Activité 6 : Communication

Cette dernière activité du processus proposé par Peffer et al. (2007) encourage le partage et la diffusion du problème et surtout de l'innovation avancée de l'artéfact, de la contribution apportée

à la communauté de la recherche. À cette fin, la rédaction du présent mémoire aura cette visée, la présentation devant le département qui a eu lieu en août 2016 également.

3.3 Questionnaires

Comme il a été présenté dans la section « Activité 5 : Évaluation », 2 questionnaires ont été élaborés afin d'effectuer l'évaluation des différentes itérations de l'artéfact, ainsi que du groupe contrôle. La revue de la littérature a permis d'identifier des mesures qui ont été intégrées aux questionnaires. Parmi les composantes intégrées, celle majeure qui est testée avant et après l'expérimentation est la connaissance en GDM, soit la partie cognitive de l'apprentissage. Pour la création des questionnaires, la structure et les mesures incluses reprennent essentiellement celles qui ont été utilisées dans le cadre de l'étude de Gupta et Bostrom (2013). Puisqu'aucune mesure de la connaissance en GDM n'a été identifiée dans la littérature, un outil à cette fin a été développé. Le contexte de recherche, employant l'approche Design Science, nécessite également d'utiliser un ou des outils qui permettront d'avoir une rétroaction de l'utilisateur sur l'expérience qu'il a vécue avec l'outil.

Au cours du projet, 3 questionnaires distincts ont été prévus pour les besoins de l'expérimentation, soit le questionnaire prétest, le questionnaire post-test et la version alternative destinée au groupe contrôle. Le tableau 3.2 résume les outils qui sont contenus dans les différents questionnaires. Le questionnaire prétest est disponible en annexe 6 (page 193) et le questionnaire post-test est quant à lui disponible en annexe 7 (page 184). Le questionnaire post-test du groupe contrôle est équivalent au questionnaire post-test du groupe avec des sections en moins et n'a pas été inclus.

Tableau 3.2 : Répartition des différents outils de mesure dans les questionnaires

Outil	Questionnaire prétest	Questionnaire post-test	Questionnaire post-test (groupe contrôle)
Données démographiques	✓		
Connaissance en GDM	✓	✓	✓
SUS		✓	
SUS adjectif		✓	
Questions fonctionnalités outil		✓	
Questions ouvertes outil		✓	
Difficulté (Diff)		✓	✓
Satisfaction (Satis)		✓	✓
Auto-efficacité (SE)		✓	

Comme on le comprend, la connaissance est testée à 2 reprises chez chacun des sujets, et le questionnaire du groupe contrôle ne contient aucun outil qui soit lié à l'usage de l'artéfact, artéfact qu'ils n'ont pas utilisé. Les questionnaires d'un même sujet (prétest et post-test) sont liés entre eux par un identifiant unique qu'ils utiliseront pour se connecter dans l'outil.

Les sections qui suivent couvrent l'ensemble des mesures qui ont été incluses dans le questionnaire prétest et post-test. Ces mesures, qui seront vues une par une, comprennent tout d'abord la connaissance en GDM, la difficulté de la tâche, la satisfaction de l'apprentissage, le sentiment d'auto-efficacité, des questions additionnelles ainsi que des questions démographiques.

3.3.1 Mesure de la connaissance en gestion des données maîtres

Un des éléments qui se retrouve dans les deux questionnaires est la mesure de la connaissance en GDM. Les recherches au sein des revues scientifiques n'ont pas permises d'identifier un instrument de mesure qui puisse mesurer cette connaissance spécifique. Cela est peu surprenant puisqu'il s'agit tout de même d'un domaine assez précis.

Pour élaborer un tel instrument, les notions vues dans le livre de Christen (2012) ont été celles qui ont été incluses dans le questionnaire. Des thèmes importants ont été identifiés et des questions sur ces thèmes ont été élaborées (voir le tableau 3.3, ci-dessous).

Tableau 3.3 : Thèmes inclus dans le questionnaire et nombre de questions sur le thème

Thèmes identifiés	Questions sur le thème
Concept d'entités	1
Phénomène d'érosion	1
Version unique de la vérité	1
Processus de qualité des données	5
Notions basiques de clés de tri	1
Technique de traitement des chaînes textuelles	1
Total	10

Chacune des questions a été écrite comme des affirmations en deux versions : une première où la réponse est vraie et une seconde où la réponse est fausse. Voici un exemple d'affirmation :

Affirmation vraie

2A. L'érosion des données réfère à un phénomène où plus le temps s'est écoulé depuis la collecte d'une information dans un système, moins cette information s'avère véridique.

Affirmation fausse

2B. L'érosion des données réfère à un phénomène où plus le temps s'est écoulé depuis la collecte d'une information dans un système, plus cette information s'avère véridique.

Les différentes affirmations ont été testées avec la collaboration de deux collègues de la M. Sc. afin de s'assurer qu'elles ne sont pas erronées et également pour éviter qu'elles portent à confusion ou qu'elles contiennent des contradictions. Suite à cela, et avec leur rétroaction, une des affirmations de chaque question a été sélectionnée afin d'obtenir 5 affirmations vraies et 5 affirmations qui sont fausses. Ce choix éditorial est purement arbitraire et ne découle d'aucun standard qui pourrait exister à ce sujet. Les questions ont ensuite été randomisées dans le questionnaire, et l'ordre est le même sur chaque questionnaire, il ne diffère pas d'un sujet à l'autre.

Afin de mesurer une progression de l'apprentissage, une échelle Likert à 4 points a été employée. Dans un premier temps, le but était d'obtenir une opinion du sujet sur ce qui semblait être selon lui la réponse et éviter qu'il s'abstienne de répondre si une échelle à 5 points avait été employée.

Échelle à 4 points

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

Le participant doit donc indiquer son degré de certitude de sa réponse et s'il n'est pas certain, il doit tout de même indiquer une réponse, avec les choix B et C. Les réponses A et D correspondent à une certitude quant à la réponse.

Cette façon de répondre mène à la mesure de 3 variables : la connaissance en GDM, l'exactitude de la réponse du participant ainsi que la certitude du participant quant à sa réponse.

3.3.2 Difficulté de la tâche, satisfaction, sentiment d'auto-efficacité

Comme vu précédemment, Gupta et Bostrom (2013) proposent un instrument de mesure pour évaluer ces 3 variables : difficulté de la tâche, satisfaction, sentiment d'auto-efficacité. Ces 3 mesures emploient des échelles Likert à 7 niveaux auxquelles le participant doit répondre. Les 3 tableaux qui suivent présentent les questions qui sont comprises dans ces instruments, ainsi que leur traduction.

Tableau 3.4 : Questions sur la difficulté de la tâche

Item	Version anglaise	Version française
Diff1	I found this to be a complex lesson	J'ai trouvé que cette leçon était complexe
Diff2	This lesson was mentally demanding	Cette leçon était mentalement exigeante
Diff3	This lesson required a lot of thought and problem solving	Cette leçon requérait beaucoup de réflexion et de résolution de problèmes
Diff4	I found this to be a challenging lesson	J'ai trouvé que cette leçon représentait un défi

Tiré et traduction libre de Gupta et Bostrom (2013, p. 468)

Tableau 3.5 : Questions sur la satisfaction de l'apprentissage

Item	Version anglaise	Version française
Satis1	Efficient Inefficient	Efficient Inefficient
Satis2	Coordinated Uncoordinated	Organisé Désorganisé
Satis3	Fair Unfair	Juste Injuste
Satis4	Confusing Understandable	Incompréhensible Compréhensible
Satis5	Satisfying Dissatisfying	Satisfaisant Insatisfaisant

Tiré de Gupta et Bostrom (2013, p. 468), traduction par Gaudet-Lafontaine (s. d.)

Tableau 3.6 : Questions sur le sentiment d'auto-efficacité

Item	Version anglaise	Version française
SE1	I have mastered Excel use	J'ai maîtrisé l'utilisation de l'outil
SE2	I cannot yet use Excel as well as I would like	Je ne peux pas encore utiliser l'outil comme je le souhaiterais
SE3	I am able to perform tasks using Excel well	Je suis capable de bien effectuer des tâches à l'aide de l'outil
SE4	It is not yet possible for me to use Excel at the level I like	Il ne m'est pas possible d'utiliser l'outil à un niveau que je désire
SE5	I think my ability to use Excel can be improved substantially	Je pense que mon habileté à utiliser l'outil pourrait être améliorée de façon significative

Tiré et traduction libre de Gupta et Bostrom (2013, p. 468)

3.3.3 Échelle d'utilisabilité du système (« System Usability Scale » – SUS)

Pour mesurer l'utilisabilité de l'artéfact, des recherches ont été amorcées afin d'identifier un questionnaire qui mesure cette dimension. Une recherche sur les différents outils existants s'est donc amorcée et surtout une recherche sur les comparaisons entre les métriques a eu lieu. Le tableau 3.7 présente les différents outils qui ont été identifiés.

Tableau 3.7 : Questionnaires d'utilisabilité

Nom de la mesure	Abréviation	Développeur	Année publication	Échelle	Nombre de questions	Disponibilité	Interface mesurée
« After Scenario Questionnaire »	ASQ	IBM	1995 ¹⁴	7 ¹⁴	3	Non-propriétaire	Tout
« Computer System Usability Questionnaire »	CSUQ	IBM	1995 ¹⁴	7 ¹⁴	19	Non-propriétaire	Informatisé
« Poststudy System Usability Questionnaire »	PSSUQ	IBM	2005 ¹⁵	7 ¹⁵	19	Non-propriétaire	Informatisé
« Software Usability Measurement Inventory »	SUMI	HFRG	~1990 ¹⁶	3 ¹⁶	50	Propriétaire	Logiciel
« System Usability Scale »	SUS	DEC	1986	5	10	Non-propriétaire	Tout
« Usefulness, Satisfaction and Ease of Use »	USE	Lund	2001 ¹⁴	7 ¹⁴	30	Non-propriétaire	Tout
« Web Site Analysis and Measurement Inventory »	WAMMI	HFRG	~1990 ¹⁷	5 ¹⁷	20	Propriétaire ¹⁸	Interface web

Adapté et traduit de Bangor, Kortum et Miller (2008, p. 575), sauf mention contraire

Comme on peut le constater, les questionnaires varient en taille, en mesure de leur échelle (Likert), en disponibilité et en interfaces mesurées. Après plusieurs essais, certains questionnaires ont été écartés, tout d'abord, puisqu'il existe des questionnaires qui sont similaires à ceux

¹⁴ Information tirée de Perlman (2015)

¹⁵ Information tirée de Fruhling et Lee (2005)

¹⁶ Information tirée de Kirakowski (s. d.)

¹⁷ Information tirée de WAMMI (2016)

¹⁸ L'emploi dans le cadre d'un travail de nature académique est autorisé, mais limité et stricte

propriétaires, les questionnaires propriétaires ont été écartés. Il faut également comprendre que lorsqu'un questionnaire est non propriétaire, il est plus susceptible de se retrouver au sein de la littérature scientifique. Les questionnaires à plus de 20 items sont généralement longs à répondre et demandent un certain niveau de concentration, ceux-ci ont également été écartés. Il faut comprendre que l'utilisabilité ne sera pas la seule métrique qui sera mesurée, elle ne peut donc pas accaparer la majorité du temps pour répondre au questionnaire. À l'inverse, l'ASQ paraissait trop court avec 3 questions. Le questionnaire SUS est celui qui sera envisagé, car après relecture des 3 restants, il semblait le plus adéquat.

L'échelle SUS a été intégrée au questionnaire afin d'avoir une idée du niveau d'utilisabilité de l'artéfact. Dans Brooke (2013), l'auteur de l'échelle explique que SUS a été réalisée dans le but de fournir un outil rapide aux professionnels et chercheurs soucieux de l'utilisabilité d'un système. Pour la créer, l'auteur est parti d'une banque de 50 questions sur l'utilisabilité, qui ont été testées sur deux systèmes : un dont le consensus était que l'utilisabilité était faible et l'autre dont l'utilisabilité était bonne. Les items qui font partie de l'échelle existante ont été sélectionnés selon 3 critères : corrélation forte entre eux, nombre restreint d'items pour respecter les contraintes de temps et items qui demandent réflexion à l'utilisateur. Ainsi, 10 items ont été choisis du bassin de 50 questions et le coefficient de corrélation (r) entre eux varie entre 0,7 et 0,9.

L'échelle SUS est une échelle fréquemment employée afin de mesurer l'utilisabilité d'un système (Brooke, 2013). À cet effet, pour donner une idée, l'article de Brooke publié en 1986 recense 1866 citations selon Google Scholar, dont approximativement 1400 dans les 10 dernières années et 700 ces 5 dernières années.

Le tableau 3.8 présente les questions qui font partie de l'échelle SUS.

Tableau 3.8 : Échelle SUS

Item SUS	Version anglaise (Brooke, 1996)	Version française (Larue, 2009) ¹⁹
1.	I think that I would like to use this system frequently	Je pense que j'aimerais utiliser ce (<i>nom du produit ou service</i>) fréquemment
2.	I found the system unnecessarily complex	Je ne trouve pas que ce (<i>nom du produit ou service</i>) est particulièrement complexe
3.	I thought the system was easy to use	J'ai trouvé que le (<i>nom du produit ou service</i>) était facile à utiliser
4.	I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system	Je pense que j'aurais besoin de l'aide d'un technicien pour l'utilisation
5.	I found the various functions in this system were well integrated	J'ai trouvé que les différentes fonctions du (<i>nom du produit ou service</i>) étaient bien intégrées
6.	I thought there was too much inconsistency in this system	J'ai trouvé qu'il y avait trop d'inconsistances dans le (<i>nom du produit ou service</i>)
7.	I would imagine that most people would learn to use this system very quickly	J'imagine que plusieurs personnes apprendront vite à utiliser le (<i>nom du produit ou service</i>)
8.	I found the system very cumbersome to use	J'ai trouvé que le (<i>nom du produit ou service</i>) était pénible à utiliser
9.	I felt very confident using the system	Je me sens en confiance lors de l'utilisation du (<i>nom du produit ou service</i>)
10.	I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	J'ai eu besoin d'apprendre beaucoup de choses avant d'utiliser le (<i>nom du produit ou service</i>)

Version originale par Brooke (1996) et traduction par Scapin (1999), modifiée dans Larue (2009) pour prendre en compte les altérations ultérieures de la version anglophone.

Dans Bangor, Kortum et Miller (2008), l'emploi du mot « system » a été remplacé par « product » et l'échelle a également été validée avec les termes « application » ou « website ». L'emploi d'un qualificatif du système différent ne semble donc pas altérer la validité de l'échelle. L'usage du mot « cumbersome » pour l'item 8 a semblé poser problème chez les utilisateurs dont la langue maternelle n'est pas l'anglais (Finstad, 2006). Plusieurs suggèrent de le remplacer par le mot « awkward », ce qui est plus facilement compréhensible pour les anglophones de langue seconde, et qui a été validé (Bangor et al., 2008; Lewis & Sauro, 2009). En employant une traduction française, les problèmes de terminologie devraient être évités. La version française a déjà été employée dans au moins une étude de 600 participants en France et la validité statistique a été

¹⁹ Voir la mise en garde quant à l'utilisation de ces questions telles quelles dans la section 5.7 (page 142)

mesurée (Larue, 2009), ce qui a influencé le choix de ne pas produire (inutilement?) une autre traduction française de l'outil.

Calcul du score SUS

Au bout du compte, les réponses aux 10 questions permettent de calculer une valeur numérique qu'on considère comme le score SUS. Concrètement, chaque question doit être répondue sur une échelle Likert à 5 points. La figure 3.3 permet d'illustrer l'échelle qui sera présentée au participant.

Figure 3.3 : Exemple de l'échelle Likert SUS

<i>Pas du tout d'accord</i>		<i>Neutre</i>		<i>Tout à fait d'accord</i>
1	2	3	4	5

Brooke (2013) explique que l'outil est construit avec 5 questions formulées positivement et 5 questions formulées négativement, et elles sont alternées. Les items 1, 3, 5, 7 et 9 (impairs) sont donc positifs et les items 2, 4, 6, 8 et 10 (pairs) sont négatifs. Pour effectuer le calcul, on soustrait d'abord 1 aux réponses positives. Pour les réponses négatives, on fait 5 moins la valeur répondue par l'utilisateur, ce qui permet au passage d'inverser l'échelle pour ces questions. On fait ensuite la somme des valeurs, qui est finalement multipliée par 2,5 pour finalement obtenir la valeur finale, qu'on nomme le score SUS. Les valeurs possibles de SUS varient donc entre 0 et 100. Bien que la limite soit de 100, il ne s'agit pas d'un pourcentage d'utilisabilité, mais réellement d'un score SUS. Le tableau 3.9 présente un exemple de calcul suite aux réponses d'un utilisateur fictif.

Tableau 3.9 : Exemple de calcul d'un score SUS

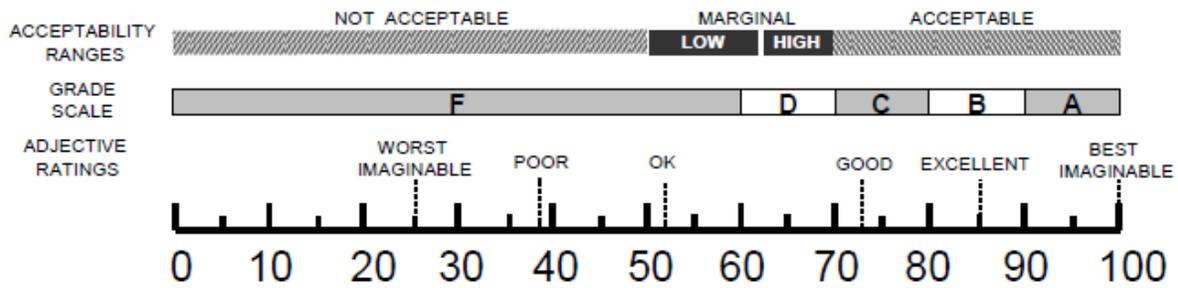
Item SUS	Évaluation 1 2 3 4 5	Likert	Réponses positives (Likert – 1)	Réponses négatives (5 – Likert)	Multiplication par 2,5
1	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3	2		5,0
2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	4		1	2,5
3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	4	3		7,5
4	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2		3	7,5
5	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3	2		5,0
6	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2		3	7,5
7	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	5	4		10,0
8	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2		3	7,5
9	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3	2		5,0
10	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1		4	10,0
Somme			7	18	67,5

Le calcul parvient donc à un score SUS de 67,5. Bien que peu indicative employée seule, elle peut aisément être comparée à d'autres valeurs SUS, une valeur supérieure étant toujours préférable. La moyenne des scores SUS mesurée avec plus de 2 300 participants (206 études) est de 70,14, en englobant des systèmes qui ont obtenu des scores finaux entre 30 et 93,93, donc diversifiés (Bangor et al., 2008). Pour permettre de donner plus de signification à la valeur, des échelles avec des systèmes lettrés ou d'adjectifs ont été étudiées.

3.3.4 Échelle d'adjectifs SUS

Comme mentionné auparavant, afin de donner une signification à ce que l'utilisateur donne comme note, une échelle qualitative a aussi été ajoutée au questionnaire. Des trois échelles qualitatives qui existent et qui sont validées avec SUS, celle des adjectifs a été préférée. Pour la mettre en place, il suffit d'ajouter une simple question dans le questionnaire. La figure 3.4 présente l'équivalence entre un score SUS et ces 3 différentes échelles.

Figure 3.4 : Échelles d'acceptabilité, de notation et d'adjectifs



Tiré de Bangor, Kortum, & Miller (2009, p. 121)

L'échelle qualitative d'adjectifs a donc été traduite puisqu'aucune équivalence n'a été répertoriée en français. Une traduction de la question a été réalisée, et le tableau 3.10 qui suit présente la traduction des termes de l'échelle.

Question originale

« Overall, I would rate the user-friendliness of this product as: »

Bangor et al. (2009, p. 117)

Question traduite

Dans l'ensemble, j'évaluerais la convivialité (« *user-friendliness* ») de ce produit comme étant :

Traduction libre de Bangor et al. (2009, p. 117)

Tableau 3.10 : Échelle d'adjectifs

Valeur	Moyenne score SUS	Version anglaise	Version française
7	90,9	« Best imaginable »	La meilleure possible
6	85,5	« Excellent »	Excellente
5	71,4	« Good »	Bien
4	50,9	« OK »	Acceptable
3	35,7	« Poor »	Mauvaise
2	20,3	« Awful »	Pénible
1	12,5	« Worst imaginable »	La pire possible

Données et version originale tirées de Bangor et al. (2009, p. 118)

Le terme « Awful » n'apparaît pas dans la superposition des échelles, car il est statistiquement trop rapproché de ses 2 voisins.

3.3.5 Questions additionnelles

À ces autres questions, se sont ajoutées 4 questions ouvertes à propos de l'outil (ou de l'activité) ainsi que des questions propres à des fonctionnalités incluses dans l'outil. Les questions ouvertes sont les suivantes :

- Quelles sont les plus grandes faiblesses du jeu auquel vous avez joué?
- Quels sont les points forts du jeu auquel vous avez joué?
- Quelles améliorations apporteriez-vous au jeu?
- Avez-vous des commentaires ou suggestions à propos du jeu auquel vous avez joué ou du déroulement de l'activité?

Les questions propres à des fonctionnalités de l'outil se répondaient à l'aide d'une échelle Likert à 5 niveaux et varient selon la présence ou non d'une fonctionnalité. Consulter l'annexe 7 (page 198) pour en savoir plus à cet effet.

3.3.6 Données démographiques

Finalement, le questionnaire comprend des questions sur les données démographiques du participant, qui sert à les catégoriser. Consulter le questionnaire en annexe 6 (page 193) pour avoir une idée de la façon dont les items ont été inclus dans le questionnaire remis aux participants. Les items incluent donc la tranche d'âge du participant, son genre, son programme d'études ainsi que sa spécialisation.

3.4 Collecte des données

La collecte de données s'est effectuée sur une période de 6 mois, soit de la mi-juin à la mi-décembre 2016. Les participants ont été recrutés à l'aide du Panel HEC Montréal²⁰, qui comprenait au moment de commencer l'étude approximativement 2500 personnes inscrites. Les participants à l'étude ont reçu une compensation de 20 \$ en carte cadeau de la COOP HEC Montréal lorsqu'ils prenaient part à un groupe testant l'artéfact. Cette compensation était de 10 \$ en carte cadeau de la COOP HEC Montréal lorsqu'ils s'inscrivaient à une plage horaire pour le groupe dit de contrôle, dont le temps estimé était d'environ 50 % la durée des groupes testant l'artéfact. Les participants

²⁰ <https://panel.hec.ca/>

étaient avisés à l'avance de la durée de chacune des plages horaires pour lesquelles ils s'enregistraient.

Afin de pouvoir commencer les expérimentations, l'autorisation du comité d'éthique de la recherche (CER) a été obtenue au préalable afin de procéder à une collecte auprès de sujets humains. Le projet est identifié sous le numéro de projet 2017-2342, tel qu'il apparaît sur le certificat d'éthique au début du mémoire.

Les critères énoncés pour participer à l'étude étaient les suivants : avoir plus de 18 ans, comprendre le français, à l'orale et à l'écrit, à un niveau avancé et connaissances de base dans un chiffrier tel qu'Excel. Le respect de ces critères n'a pas pu être validé au préalable et se basait surtout sur la bonne foi des participants.

Les conditions de chacune des expérimentations sont décrites dans le tableau 3.11.

Tableau 3.11 : Conditions de chacune des expérimentations

	Collecte	Participants recrutés	Formation en GDM	Durée formation GDM (MM:SS)	Durée formation artéfact (MM:SS)	Durée activité (minutes)
Itération 1	mi-juin	4	Présentation PDF	libre	3:50	30
Itération 2	juillet	7			7:20	
Itération 3	août	6			8:30	
Itération 4	septembre	6	Vidéo formative	6:50	9:25	45
Itération 5	décembre	6			11:20	
Contrôle	décembre	9			S.O.	S.O.

Vu la nature de l'étude, soit l'usage de la méthodologie de Design Science, une demande de modification a été effectuée en cours de route afin d'ajouter un 5^e groupe expérimental, un groupe contrôle ainsi que la validation de la présence de plus d'un participant à la fois pour évaluer l'effet de la compétition.

L'expérimentation s'est déroulée dans un local d'expérimentation où jusqu'à 6 participants pourraient prendre place simultanément²¹, à l'exception de l'itération 4 qui a eu lieu dans une salle multifonctions aménagée pour permettre à 2 participants de s'asseoir à leur poste de travail placé face à face. Lorsque deux participants étaient présents, ils n'étaient pas assis côte à côte pour éviter qu'ils voient ce que l'autre fait.

²¹ Voir photo à l'annexe 5 (page 192)

4 Analyse et conception

Ce chapitre couvrira l'analyse et la conception de l'artéfact, ce qui se trouve être la dernière section de l'activité 3 (Design et développement) de la méthodologie de développement Design Science. C'est ce chapitre qui permettra au lecteur de mieux comprendre le fonctionnement et l'étendue des concepts couverts par l'artéfact. L'artéfact tel qu'il existe dans sa version définitive a été développé avec 5 itérations de développement qui ont été testées en laboratoire. Toutefois, concrètement, il existe des étapes antérieures avant même qu'une première ligne de code soit écrite, c'est ce qu'on pourrait appeler l'itération initiale ou alors l'itération 0. Cette itération initiale se veut comme une phase préparatoire au développement de l'artéfact.

La première section (de 4.1 à 4.4 inclusivement) couvrira donc tout d'abord cette phase préparatoire, en commençant par l'idéation de l'artéfact, à savoir quelles idées ont pu mener à l'émergence de l'artéfact, ensuite en détaillant la conception des différentes structures de données (bases de données) afin de mettre en place ces idées, puis en présentant les choix technologiques qui ont été faits, puis la conception d'un ensemble de données d'entreprises fictives pour les fins de l'expérimentation et finalement le développement du matériel pédagogique qui a servi à enseigner les concepts aux participants lors des expérimentations.

Après cette phase préparatoire, les sections suivantes (de 4.6 à 4.10 inclusivement) couvriront chacune une des 5 itérations de développement de l'artéfact. Ces sections seront découpées en 3 parties, soit les objectifs et les fonctionnalités de l'itération, la conception ou la mise à jour de la structure de données puis les détails de développement de l'artéfact, incluant la présentation des interfaces graphiques de celui-ci. Il est important de considérer que ces sections discutent de ce qui a été ajouté ou modifié par rapport aux sections antérieures, donc que tout ce qui aurait été décrit dans une itération précédente s'applique toujours, à moins d'une indication contraire.

4.1 Idéation

Avant le début de la réalisation d'une seule ligne de code de l'artéfact, une idéation s'est effectuée afin d'avoir des objectifs concrets pour le développement de l'artéfact. La section 1.2 énumérait des objectifs pour le cadre de cette recherche, sauf qu'au-delà de ceux-ci, les fonctions, les mécanismes, l'apparence, etc. du jeu n'ont pas été décrits. Pour contextualiser, le sujet et les objectifs du jeu sérieux sont connus, mais cela n'explique pas comment ils seront concrètement mis en application. Pour cette raison, une séance d'idéation a eu lieu avec les membres de l'équipe du laboratoire ERPsim pour permettre de préciser davantage les objectifs et les fonctionnalités du jeu sérieux.

Voici quelques éléments qui sont sortis lors de ces séances d'idéations :

Tableau 4.1 : Idées suite aux séances d'idéation

Item	Idée
1	Utiliser les erreurs de type I et II pour évaluer la progression
2	Fournir 2 échantillons de données avec environ une centaine d'entrées, basées sur un critère commun : par exemple débiter par la lettre A.
3	Permettrait de définir des paramètres (seuils) de nettoyage qui seraient appliqués à l'ensemble de données au complet à la fin ou en cours de jeu, lorsque l'ensemble complet serait fourni par exemple
4	Fournir une rétroaction en direct sur l'avancement du nettoyage / couplage (voir les différentes possibilités) : → En direct ou à la fin
5	Avoir différents ensembles de données qui permettent d'appliquer certaines méthodes particulières
6	Notion de séquence optimale dans les méthodes de couplage, nettoyage, etc.
7	Mettre un score ou absence de score
8	Score en « direct » ou donné à la fin
9	Intégration avec des outils tels qu'Excel
10	Minuterie versus sans minuterie

Idées issues de séances d'idéation avec le personnel du laboratoire ERPsim

Ces idées sont en lien avec plusieurs caractéristiques des données maîtres et des suites de GDM : données qui évoluent au fil du temps, ce qui est vrai aujourd'hui ne l'est plus nécessairement demain, etc.

4.1.1 Note quant à l'absence d'une application de gestion des données maîtres

Les chapitres ultérieurs détailleront davantage le développement de l'artéfact, mais un détail finira toutefois par frapper le lecteur : l'absence d'une application de GDM. Le but original était d'utiliser une application existante, une revue complète des possibilités a même été réalisée et une sélection a été effectuée, mais ces sections ont finalement été retirées, car elles ne sont plus pertinentes dans les circonstances actuelles.

Étant un projet ambitieux, plusieurs éditeurs ont été contactés afin de faire l'objet de cette recherche. Les éditeurs payants ne fournissent pas en général de version d'essai de ces produits ou de version académique puisqu'il s'agit de produits complexes et qu'ils ne sentent en général pas de besoins de toucher au secteur académique. Ces éditeurs peuvent par exemple posséder des logiciels qui font en partie et de façon non automatisée ce que les grandes suites proposent. Ces suites sont souvent utilisées par de grandes entreprises et sont plus onéreuses, ce qui est en lieu avec leur clientèle cible. Les éditeurs de SAS et Informatica, deux choix parfaits selon les critères de sélection, ont été démarchés à ce sujet. Toutefois même si le résultat aura été favorable dans le cas de SAS, la démarche entière aura dépassé les délais de réalisation de l'artéfact et surtout, de ce mémoire.

Il faut alors comprendre que l'artéfact aura été développé en fonction de son utilisation avec l'un de ces logiciels, mais qu'il a été testé sans l'usage de ces logiciels. Ainsi, plus le développement a avancé, plus des mesures palliatives ont été incorporées à l'artéfact afin de contrecarrer l'absence de logiciel.

4.2 Conception de la structure des données de l'artéfact (base)

La modélisation de la structure de données a été conçue en songeant aux besoins d'informations pour le jeu. La répartition des tables dans la base de données se divise en 3 grandes catégories ou niveaux : la structure des données sources, la structure des données de référence ainsi que la structure des données d'une partie avec l'artéfact (ou les données du jeu). Bien qu'il y ait 3 niveaux différents qui regroupent les tables, ces niveaux ne sont pas segmentés, c'est-à-dire qu'il existe des relations entre les tables des différents niveaux.

Dans les sous-sections qui suivent, les 3 catégories seront vues en détail afin de comprendre leur nécessité pour l'artéfact.

4.2.1 Structure des données sources

Les données sources sont les données qui sont employées afin de créer des données de référence. Elles sont davantage des banques d'éléments et de métadonnées qui peuvent être combinés pour devenir des entités. Par exemple, pour créer le nom d'une personne fictive, il faut posséder une banque de prénoms et de noms. Il faut ainsi entreposer des données de références jusqu'à être en mesure de créer toutes les données de référence d'une entreprise.

Les métadonnées qui sont comprises dans ces données comprennent des données statistiques diverses, par exemple la popularité d'un nom à la naissance par année, ou à une précise tout simplement, fourni par plusieurs institutions de statistiques. Elles comprennent également des statistiques de similarité avec d'autres données de la banque de données qui sont utiles pour les fonctions qui simuleront des erreurs au sein des données d'une entreprise fictive. Par exemple, il peut arriver que le nom « Tony » soit saisi au lieu de « Anthony », ce qui est un diminutif.

L'annexe 12 (page 220) présente le modèle de données. Celui-ci est constitué de 11 tables : « DataGroup », « Name », « JobTitle », « Street », « City », « Region », « Country », etc. La table « DataGroup » consiste en une collection de données, chacune des 10 autres tables référençant cette table. Par exemple, si on entrepose les données d'« US Census 1940 », on créera une entrée dans la table « DataGroup » qui détaille la collection, et des entrées dans la table « Name » qui contient les données du recensement de 1940, avec pour référence le numéro unique de la collection. Les liens entre cette table et les autres ne sont pas indiqués sur le graphique, mais il existe bel et bien un lien entre toutes ces tables.

Le champ « Name », qu'on retrouve dans la plupart des tables, avec parfois une variante telle que « Title », correspond à une version simplifiée de la donnée, par exemple « Anthony », ce qui permet de rendre l'enregistrement plus compréhensible. Le champ « Names », quant à lui, contient les métadonnées sur cet enregistrement, qui reprendront entre autres le nom « Anthony », mais avec des données lui étant associées, par exemple l'existence du diminutif « Tony » ou de variantes telle que « Antonio » ou « Antoni ».

Les champs « StartDate » et « EndDate » existent dans toutes les tables et permettent de conserver des données sur la temporalité d'un objet. Par exemple, le fait qu'un pays ait officiellement changé de nom à une date donnée, ou l'absence d'un prénom avant une certaine date.

4.2.2 Structure des données de référence

Les données de référence représentent des entités fictives ainsi que leurs relations entre elles, d'où leur nom de référence. Il ne s'agit pas de la structure concrète des données d'une entreprise fictive, ces données pourraient s'apparenter au « golden record » qu'on souhaite atteindre lorsqu'on fait de la GDM. Toutefois, elles sont davantage, elles agissent plutôt comme la « vérité » absolue sur les objets composant notre monde fictif simulé dans l'artéfact.

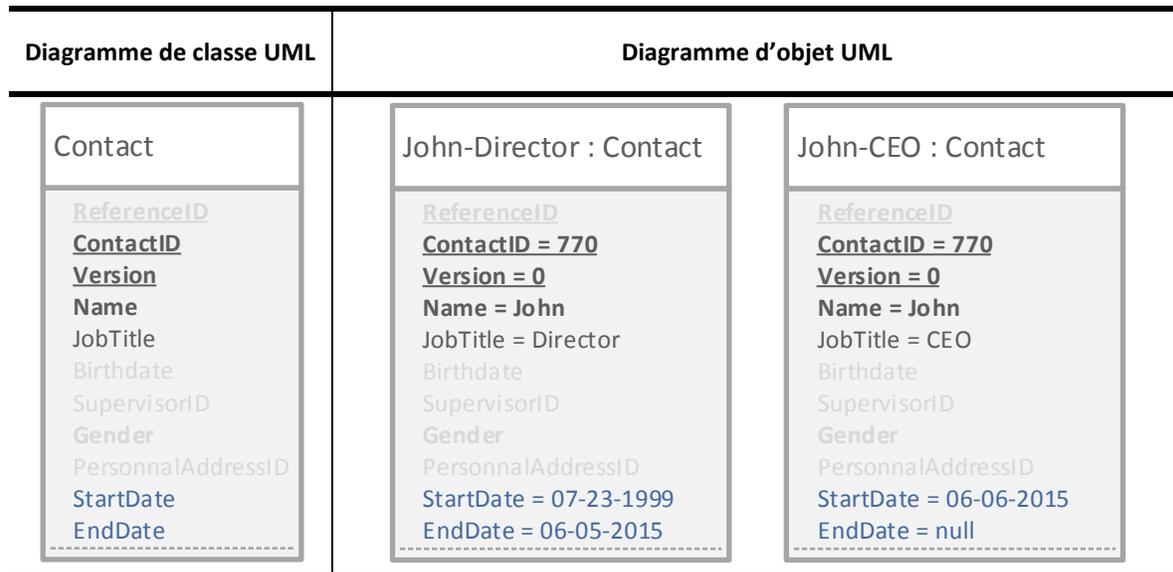
Afin de créer le modèle pour l'artéfact, des modèles de référence variés de plusieurs progiciels tels que SAP, Salesforce et Odoo ont été consultés. Toutefois, le modèle final a privilégié des relations entre les entités qui sont flexibles afin de permettre de satisfaire plusieurs types de modèles de données fictifs. Le modèle final est probablement le plus près de celui de SAP, mais sans le calquer entièrement.

L'annexe 13 (page 221) présente le modèle de données pour les données de référence. Le modèle présenté est constitué de 12 tables : « Reference », « Partner », « Branch », « Contact », « Address », etc. Comme dans le cas des données sources, la table « Reference » agit comme une collection de données, les autres tables de ce niveau (données de références) contiennent toutes une clé qui fait référence à une collection particulière. Pour une collection donnée, on retrouve toutes les entités qui seront incluses au sein d'une partie, ces données d'une partie ne sont pas réparties au sein de plusieurs collections.

L'annexe 13 permet également d'illustrer l'accent qui a été mis sur la flexibilité des relations, le lien entre les entités étant fréquemment de plusieurs à plusieurs. Par exemple, une succursale (« Branch ») possède plusieurs personnes-contacts, et un contact peut se retrouver au sein de plusieurs succursales.

Comme précédemment avec les données de référence, chaque entité possède des champs « StartDate » et « EndDate », mais dans ce niveau-ci, cela a une signification plus que majeure : le cycle de vie des données. Ainsi, les succursales peuvent déménager, fermer, ouvrir, changer de nom, les contacts peuvent également changer d'adresse, de nom, décéder, etc. Le champ « version » fait ainsi partie de la clé primaire afin qu'une entité puisse évoluer, tout en conservant les mêmes identifiants dans la base de données. La figure 4.1 présente un exemple afin d'illustrer ce concept.

Figure 4.1 : Exemple de valeurs pour deux enregistrements de la table « Contact »



La valeur « null » fait référence à « jusqu'à maintenant »

La référence (les tables de ce niveau-ci) est ce qui est employé afin de corriger les données nettoyées soumises par un participant au jeu.

4.2.3 Structure des données des entreprises fictives

Ce niveau comprend les données des entreprises fictives du jeu, telles qu'elles apparaissent dans leurs systèmes. Ces données sont plus concrètes et nécessairement non fiables par rapport à la réalité qu'on retrouve dans les données de référence.

6 tables sont présentes dans ce niveau, tel qu'on peut le visualiser dans le modèle à l'annexe 14 (page 222).

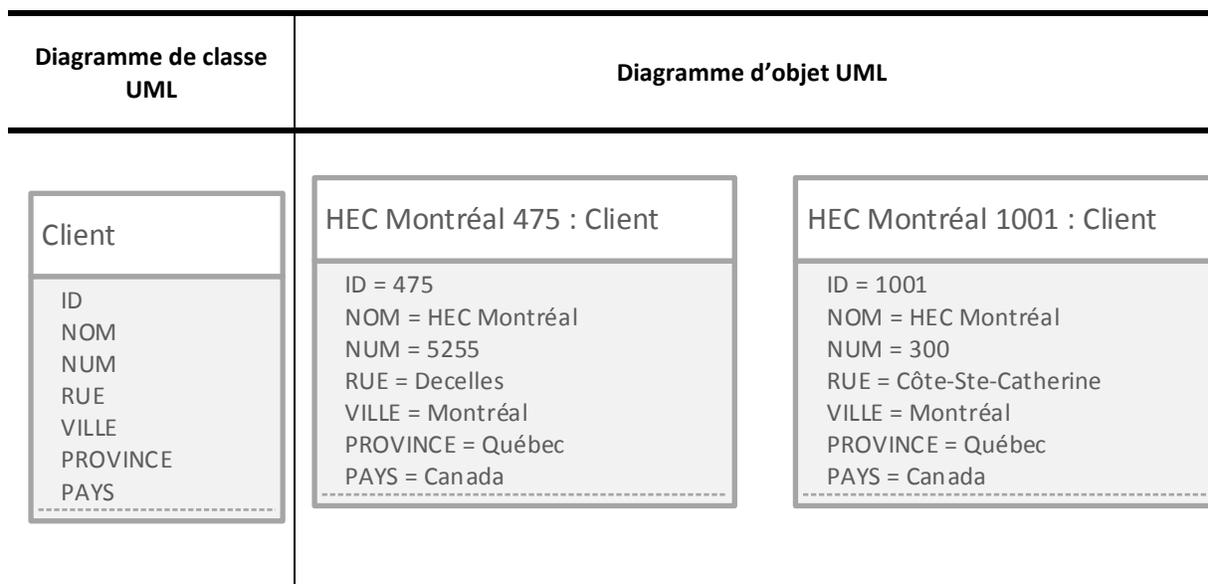
La table « CompanyGame » représente une entreprise fictive, ou un système d'une entreprise fictive, la table « CompanyGameTable » contient les tables présentes au sein du système, « CompanyGameTableField » les champs de cette table, « FieldValue » les informations contenues dans la base de données de l'entreprise fictive et « ErrorsInserted » la référence des erreurs insérées pour transformer les données fictives. Comme on le comprend, il s'agit donc d'une définition du schéma des bases de données (« CompanyGameTable » et « CompanyGameTableField ») ainsi que le contenu en soi (« FieldValue »).

Dans « CompanyGameTable », on retrouve le nom des vues et tables finales qui sont créées pour l'entreprise. En effet, au lieu d'effectuer des manipulations complexes afin de recréer à chaque

fois les tables dans le jeu, les tables sont réellement créées selon la définition et les différents champs et le contenu y est inséré. Ce sont ces tables qui seront visibles pour les participants.

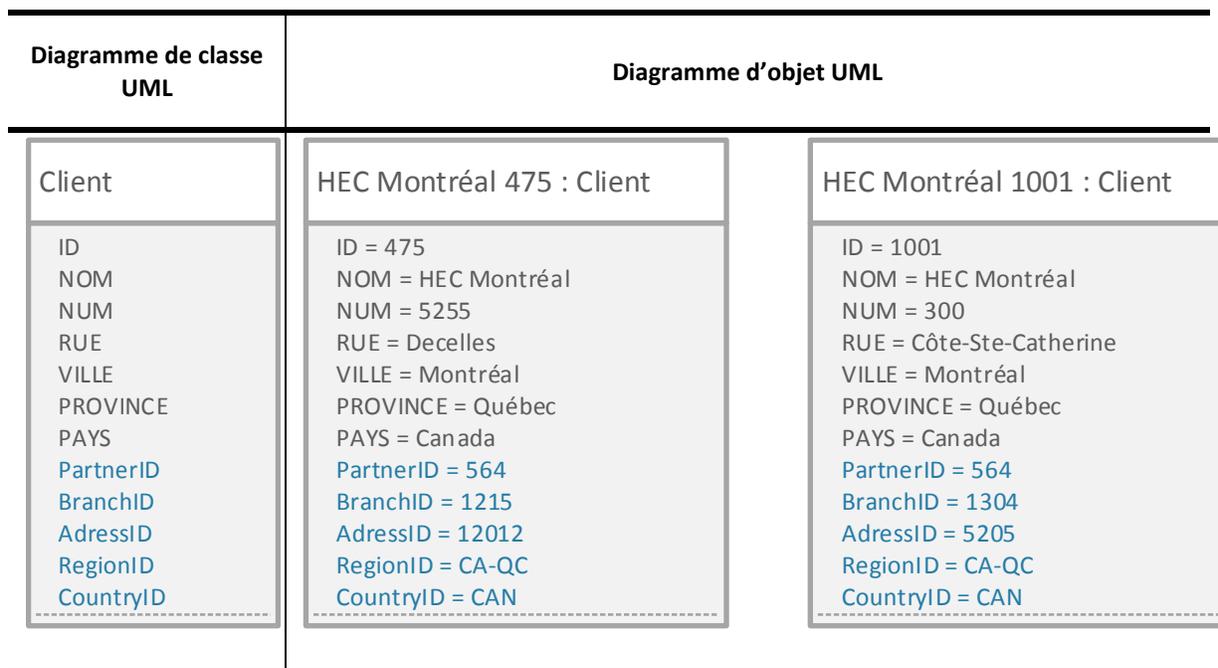
Dans « CompanyGameTableField », on définit des informations telles que le type du champ, sa description, s'il s'agit de la colonne unique, si le champ est visible aux participants et l'ordre dans lequel il apparaît dans la table. Dans le cas des clés de référence des entités réelles, ils possèdent leurs propres champs qui sont invisibles à l'utilisateur. Une entrée dans la base de données fictive peut faire référence à plusieurs clés d'entités réelles, la figure 4.2 illustre ce phénomène :

Figure 4.2 : Exemple de clé composée d'une entrée de données fictive



Dans cet exemple, on retrouve la présence de 5 entités différentes selon la structure des données de référence, soit « Partner », « Branch », « Address », « Region » et « Country ». Si l'on ajoute les clés des entités, qui sont cachées à l'utilisateur bien sûr, on obtient le résultat de la figure 4.3 :

Figure 4.3 : Exemple de clé composée d’une entrée de données fictive (avec clés d’entités)



Les champs en bleu sont des champs cachés.

Si on demande au participant de faire un couplage, il faudra d’abord établir quel en est l’objectif. On retrouve au moins 5 objectifs réalisables dans le cas de la figure ci-dessus : réunir les entreprises identiques, les succursales identiques, les adresses identiques, les enregistrements d’une même région ou du même pays. Dans le cas de l’adresse, selon la clé de référence de l’adresse, il ne s’agit pas de la même adresse, mais selon les clés de partenaire, région ou pays, il s’agit du même partenaire, de la même province et du même pays. Certains des objectifs possibles sont plus rarement souhaitables, mais dans d’autres situations, selon le schéma de la table et les entités en jeu, il peut exister plusieurs objectifs différents qui sont désirables. On pourrait vouloir constituer la liste des entreprises avec lesquelles on souhaite faire affaire. En renseignant les clés des entités dans des colonnes invisibles, cela permet de faire le pont entre les données de l’entreprise fictive et les données de référence.

Finalement, la table « ErrorsInserted » contient les transformations qui ont été effectuées pour transposer les données de références en des données altérées qui ont perdu leur intégrité, celles contenues dans la base de données fictive d’une entreprise. La nature de la transformation y est sauvegardée ainsi que les paramètres de la transformation. Le type d’erreur correspond à certains types qui ont été définis dans la typologie de la section 2.3 : attribut (cellule), ligne ou colonne. Les

autres types d'erreurs vus dans cette typologie sont davantage liés à la création du schéma de données.

4.3 Choix des technologies pour la réalisation de l'artéfact

La réalisation de l'artéfact requiert de sélectionner différentes technologies afin d'y parvenir. Il est nécessaire tout d'abord choisir dans quel langage l'artéfact sera développé, puis si un cadre de développement est jugé nécessaire, d'en choisir un également, de sélectionner la technologie pour les bases de données, celle de l'interface graphique et finalement de sélectionner une bibliothèque JavaScript. Le tableau 4.2 présente les différentes technologies qui ont été choisies.

Tableau 4.2 : Choix des technologies

Besoin	Technologie choisie	Version
Langage serveur	PHP	5.6
Cadre de développement	CodeIgniter	3.0
Gestionnaire de bases de données	MySQL	5.5
Interface graphique (CSS)	Bootstrap	3.3
Bibliothèque JavaScript	jQuery	1.12.2

Les sous-sections qui suivent discutent du choix de chacune des technologies mentionnées dans le tableau.

4.3.1 Langage de programmation (serveur)

Au moment de la décision, les langages de programmation connus par l'auteur se limitaient à PHP et JAVA. JAVA était le langage enseigné dans le cours de développement d'applications d'affaires, mais l'auteur possédait une plus grande expérience avec PHP qu'avec JAVA. Le choix s'est donc arrêté, avec l'accord des directeurs, sur PHP, puisqu'en fin de compte, la technologie n'affecte pas considérablement les capacités de l'artéfact.

Au-delà de PHP, un cadre (« framework ») est souhaité pour accélérer le développement de l'artéfact. Recommandés, les cadres de développement utilisent assez communément une architecture MCV (Modèle-vue-contrôleur) qui favorise la réutilisation du code et la séparation de celui-ci en domaines de compétences distincts. Ils permettent également de faire un peu plus

abstraction de facteurs tels que la sécurité en la renforçant lorsqu'on emploie correctement le cadre de développement.

Le choix s'est ici arrêté sur CodeIgniter, qui est présent dans le domaine des cadres en PHP depuis plus d'une dizaine d'années (« CodeIgniter », 2017). Il est reconnu comme étant facile d'approche pour une première expérience avec un cadre de développement, ce qui est ici le cas. De plus, sa popularité pourrait permettre de retrouver aisément de la documentation à son sujet.

Un environnement de développement intégré a également été sélectionné afin de faciliter l'écriture du code et le repérage d'erreurs. NetBeans a été sélectionné, en outre, celui-ci est en mesure de prendre en charge la gestion des versions, ce qui permet de conserver un historique complet des versions des différents fichiers (« NetBeans », 2017). Donc à tout moment il serait possible de retourner au code d'une version antérieure. De plus, NetBeans est un logiciel libre disponible gratuitement qui profite d'un large support au sein de la communauté.

4.3.2 Gestionnaire de bases de données

CodeIgniter emploie un constructeur de requêtes, ce qui ajoute un niveau d'abstraction lors de l'écriture des requêtes dans le code. Ainsi, on utilise une classe pour écrire une requête et la requête n'est pas écrite dans un sous-type de SQL particulier. Le cadre permet de modifier le gestionnaire de base de données à tout moment, en plus d'en gérer plusieurs simultanément. C'est ici que réside la force d'un constructeur de requêtes.

Le choix de la technologie SQL se porte donc entre MySQL et PostgreSQL, les deux étant fréquemment présents sur les serveurs web. PostgreSQL est jugé comme étant plus rapide, plus stable et plus fiable à des volumes très élevés de données, ce qui en ferait un choix idéal pour installer un progiciel d'entreprise (Pijcke, 2013). Toutefois, en fin de compte, puisque CodeIgniter permet de modifier le gestionnaire de base de données à tout moment, le choix s'est arrêté, pour le début, à MySQL car généralement plus répandu.

4.3.3 Interface graphique (CSS)

Il existe une multitude de bibliothèques servant à simplifier le travail de présentation graphique d'une interface web. Ici encore, le choix de la simplicité s'est imposé : un cadre réponsif et simple d'utilisation. Malgré le fait que Bootstrap est considéré comme très uniforme et neutre, pour le développement d'une application d'affaires, ce choix paraît comme étant adéquat, les autres incluant généralement davantage de contenu qui n'était pas nécessaire (Blondin, 2014).

Le choix de la bibliothèque JavaScript dérive du choix de Bootstrap, puisqu'il s'agit de celle que Bootstrap utilise.

4.4 Conception de l'ensemble de données pour l'expérimentation

Pour les fins de l'expérimentation, une mise en contexte a été conçue afin de mettre en contexte les participants au jeu et surtout, pour connaître l'orientation à prendre pour la création des données. L'annexe 11 (page 215) présente le cas entier, en voici une partie essentielle :

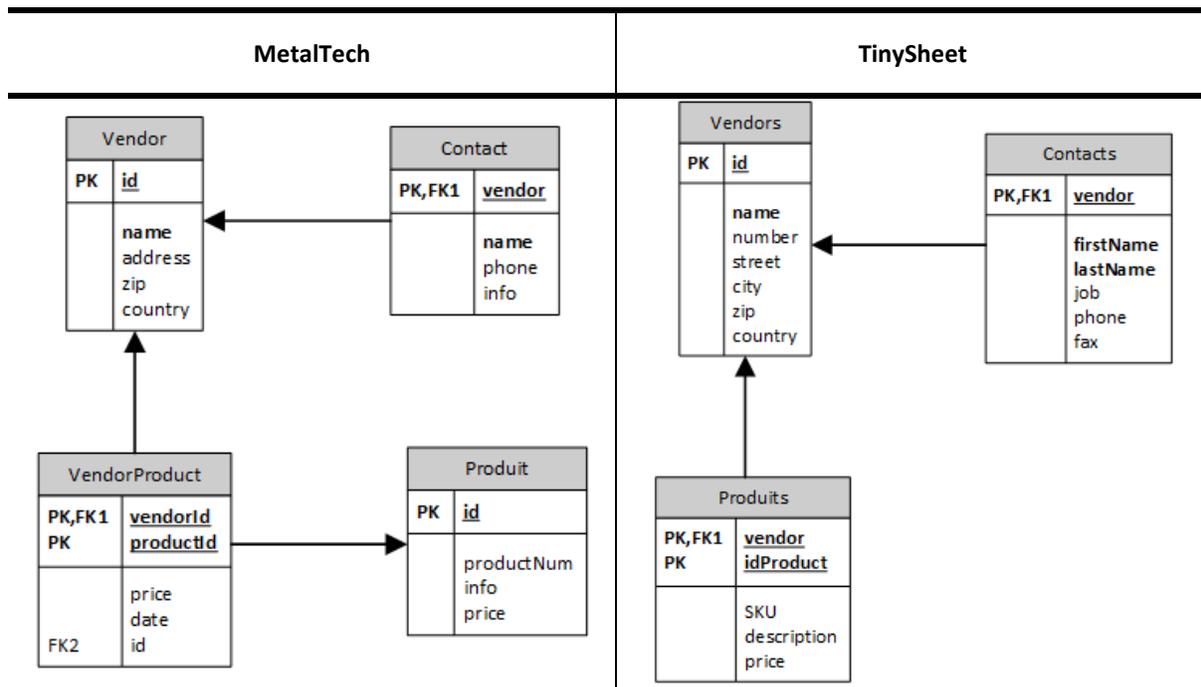
Deux entreprises qui œuvrent dans la métallurgie, MetalTech et TinySheet ont récemment fusionné. Elles possèdent chacune des données sur leurs fournisseurs, mais souhaitent maintenant effectuer des commandes conjointes. Suite à une analyse partielle des données, plusieurs problèmes de qualité des données ont été identifiés.

Donc les données créées seront pour des entreprises du domaine de la métallurgie et elles se concentrent principalement sur leurs fournisseurs.

4.4.1 Structure de données des entreprises fictives

La première entreprise fictive, MetalTech possède 4 tables dans son système qui s'occupent des fournisseurs (« Vendor ») alors que la seconde, TinySheet, possède 3 tables qui ont trait aux fournisseurs. La figure 4.4 ci-dessous présente les deux modèles des entreprises :

Figure 4.4 : Diagramme de structure de données de « MetalTech » et « TinySheet »



Les modèles sont ceux qui ont été présentés au participant lors du jeu

Pour éviter la confusion, il a été établi que MetalTech nommait ses tables au singulier et TinySheet au pluriel. La principale distinction de la table Vendor (MetalTech) par rapport à sa compagne sœur est la fusion des champs « number », « street » et « city » en un seul champ nommé « address ». L'autre principale distinction est le fait que TinySheet référence plusieurs fois le même produit s'il est vendu par plusieurs fournisseurs. En ce qui concerne les tables « Contact » et « Contacts », TinySheet conserve davantage d'informations sur ceux-ci.

4.4.2 Recherche de données de références et population des tables sources

Pour débiter, les utilisateurs manipuleront les données des tables de fournisseurs, ce qui nécessite de trouver des banques de données sur ces 6 entités : entreprises (« Partner » et « Branch ») et adresses (« Address », « City », « Region » et « Country »).

À cette fin, une requête dans la banque de données Osiris sur les entreprises en Amérique du Nord a été effectuée, en incluant 19 catégories d'entreprises qui œuvraient de près ou de loin dans le domaine de la métallurgie. Cela a permis d'obtenir une liste de 2500 entreprises réelles.

Commence alors un long travail de révision pour détecter les anomalies au sein des données. En effet, il ne serait pas judicieux de créer la référence en y incorporant des erreurs! Tout d'abord, les données en double ont été retirées de l'échantillon, cela arrive souvent avec les plus petites entreprises sur lesquelles le propriétaire de la banque de données semble effectuer un suivi moins serré. Les noms ont été mis en minuscules et majuscules, car ils sont tous en lettres capitales dans la banque de données, et cela n'est pas nécessairement représentatif de tous les systèmes. Le type de forme juridique a également été standardisé, par exemple « inc » a été modifié en sa forme correcte « inc. » (les deux cas étaient présents).

Pour les adresses, elles nécessitent des noms de rues, des noms de voies, villes, pays, etc. Cette partie nécessite le croisement d'un bon nombre de sources.

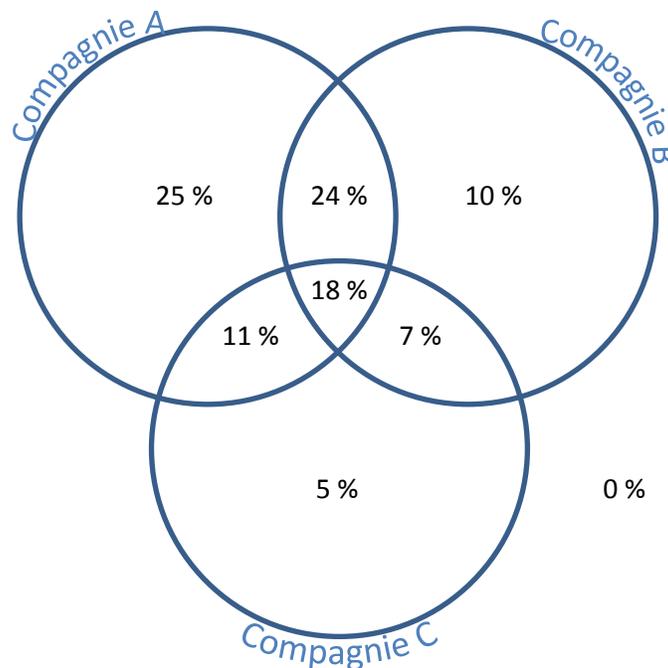
Pour les pays, la référence de la norme ISO 3166 a été utilisée, incluant les différents codes de pays (alpha-2 et alpha-3). Pour les types de voies, les données de Postes Canada, Statistiques Canada, d'USPS (États-Unis) et de l'AFFNOR (France) ont été combinées afin de dresser des statistiques et équivalences et avoir un large éventail. Pour les adresses et noms de rues, Postes Canada ne fournit pas ces données gratuitement, mais les vend et n'autorise pas leur redistribution. Il a donc fallu se tourner vers OpenStreetMap qui fournit ainsi les noms de rues et

les noms de ville qui ont été utilisés. Les adresses créées par l'artéfact seront des adresses fictives générées à partir de nom de rues pour éviter toute confusion avec des lieux réels.

4.4.3 Transition entre les données de référence et les données d'entreprises fictives

Pour effectuer la transition entre les données de référence et les données des entreprises fictives, la façon logique de procéder est de déterminer des pourcentages de données qui feront partie d'une intersection entre différents ensembles et de répartir les entités de cette façon. La figure 4.5 illustre ce concept avec trois entreprises fictives (A, B et C) :

Figure 4.5 : Ensembles de répartition des entités.

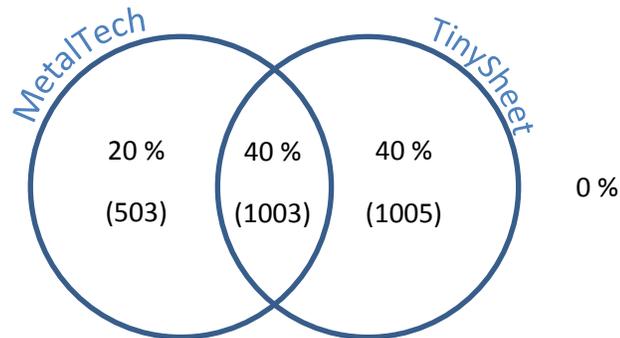


Ainsi, en définissant un pourcentage pour la compagnie A, celle-ci aura 25 % des entités qui ne seront pas partagées par les autres compagnies, 24 % partagées avec B, 11 % avec C et 18 % avec B et C. La compagnie A est donc celle qui aura le plus grand volume d'entités dans ce contexte.

Dans le cadre de l'artéfact, pour simplifier les choses, il a d'abord été décidé que cette répartition s'effectuait uniquement sur une entité, par exemple les partenaires, les autres entités étant jugées liées et complexes à répartir si un premier type d'entité avait déjà été réparti.

Pour le cas au sein de l'artéfact, il a paru intéressant de donner plus de poids à l'une des deux entreprises, soit TinySheet, tel qu'on le voit dans la figure 4.6 :

Figure 4.6 : Répartition des entités entre MetalTech et TinySheet



Comme il est possible de le constater, MetalTech possède dans son système 60 % des entités, TinySheet en possède 80 % avec une intersection entre les deux de 40 %.

Une fois les entités réparties entre les entreprises grâce à la table « CompanyGameData », les données sont restructurées selon leur schéma respectif de structure de données, puis altérées et corrompues, ce qui sera présenté dans la section qui suit.

Dans le cas de MetalTech, uniquement les succursales étant considérées comme la maison-mère ont suivi l'entité du partenaire, alors que dans le cas de TinySheet, toutes les succursales ont été entrées, ce qui a mené à 1506 fournisseurs pour MetalTech et 6637 pour TinySheet.

4.4.4 Corruption des données fictives

Des erreurs provenant de la section 2.3 ont été sélectionnées et introduites dans les données des deux entreprises fictives. La cible était d'avoir une quantité d'erreurs qui ne rende pas les données inutilisables, mais qui reflète tout de même ce à quoi une entreprise peut faire face. Le tableau 4.3 présente les erreurs qui ont été insérées pour chacune des entreprises. Attribut correspond à ou aux colonnes qui ont été affectées par la manipulation décrite et la colonne adjacente contient le pourcentage d'enregistrements affectés par cette manipulation.

Tableau 4.3 : Manipulations effectuées sur les données d'entreprises fictives

Manipulation	MetalTech		TinySheet	
	Attribut	%	Attribut	%
Tronquer (49 caractères)	address	100 %	-	
Mettre en lettres capitales	name address	100 % 100 %	name	0,2 %
Mettre en lettres minuscules	-		name	0,6 %
Valeur manquante :				
→ Pays	country	44,3 %	-	
→ ZIP	zip	11,5 %	-	
→ Ville	address	16,8 %	-	
→ Région	address	26,0 %	-	
→ Nom de rue	address	9,2 %	-	
Retrait de la forme juridique	name	36,6 %	name	0,1 %
Remplacement de valeurs :				
→ Région par Ville	address	9,2 %	-	
→ Région par ZIP	address	6,9 %	-	
→ ZIP par Ville	address	12,2 %	-	
→ Nom de rue par Ville <u>et</u> Ville par Nom de rue	-		street / city	11,3 %
Caractères numéro civique mélangés	address	4,6 %	number	3,0 %
Mélange des lettres du dernier mot	name	17,6 %	name	0,1 %
Mélange de l'ordre des mots	name	0,8 %	-	
Retrait de 1 caractère	zip	7,6 %	-	
Retrait de 1 mot	name	6,1 %	name	0,4 %
Répétition de lettres du mot précédent	name	5,6 %	name	0,5 %
Remplacement de la valeur par une autre valeur crédible	country	9,9 %	-	

Comme il est possible de le voir, MetalTech présente un plus haut taux de manipulations appliquées à ses données, ce qui était un effet désiré. 2 de ses attributs sont en lettres majuscules, plusieurs de ses valeurs sont incomplètes pour certains champs et certaines informations ont été placées dans le mauvais champ. L'erreur la plus importante dans le système de TinySheet est l'inversion des champs « street » et « city », ce qui peut être le reflet d'une erreur temporaire dans l'assignation des champs du formulaire de saisie du système de TinySheet.

Des fonctions ont été créées dans l'artéfact afin d'appliquer automatiquement ces règles de transformation. Si une transformation ne modifie pas les données, celle-ci n'est pas enregistrée comme une transformation. Par exemple, si les lettres d'un mot sont mélangées, et que le résultat est équivalent à ce qui est entré en intrant, l'erreur n'est pas jugée applicable et dans certains cas, un autre essai avec des paramètres différents peut avoir lieu, après 2 échecs, l'erreur n'est simplement pas appliquée, donc non comptabilisée. Le tableau 4.4 présente le pourcentage de données qui ont été affectées par un certain nombre d'erreurs.

Tableau 4.4 : Pourcentage de données affectées d'un certain nombre d'erreurs

Nombre d'erreurs†	MetalTech	TinySheet
6	2,3 %	-
5	6,1 %	-
4	6,8 %	0,1 %
3	25,0 %	0,4 %
2	27,3 %	11,2 %
1	22,0 %	3,6 %
Total	89,4 %	15,3 %

†Les erreurs qui s'appliquent à l'ensemble des données n'ont pas été comptabilisées dans le décompte des erreurs, puisqu'il s'agit essentiellement de formatage du champ.

Comme il est possible de le constater, la majorité des données ont 3 erreurs ou moins pour MetalTech et 2 erreurs ou moins pour TinySheet. Dans le cas de MetalTech, contrairement à TinySheet, la majorité de ses enregistrements possède des erreurs. Le tableau 4.5 et le tableau 4.6 présentent 2 exemples d'enregistrements ayant le plus grand nombre d'erreurs au sein de l'échantillon remis au participant.

Tableau 4.5 : Exemple de corruption pour l'enregistrement A0000001656 (MetalTech)

Version	id	name	address	zip	country
Originale	A0000001656	Amt International Mining Corporation	2924 Buckingham Aurora Colorado	80045	USA
Finale	A0000001656	AMT M T MINING CORPORATION	2924 AURORA AURORA	8005	

Les champs hachurés sont les champs qui ont été affectés

Tableau 4.6 : Exemple de corruption pour l'enregistrement B000016 (TinySheet)

Version	id	name	number	street	city	zip	country
Originale	B000016	Alderon Iron Ore Corp.	422	Featherston Drive	New Orleans	70113	US
Finale	B000016	Alderon Iron Ore re	422	New Orleans Drive	Featherston	70113	US

Les champs hachurés sont les champs qui ont été affectés

Comme on le constate, les erreurs ont affecté les enregistrements, toutefois, ceux-ci n'ont pas été rendus complètement illisibles. Il s'agit donc d'un niveau qui paraît acceptable pour des novices en GDM.

4.5 Développement du matériel pédagogique sur la gestion des données maîtres

Afin d'aider les participants dans l'usage de l'artéfact, du matériel pédagogique a été élaboré afin d'expliquer certains concepts en GDM. Celui-ci a été réalisé à partir d'une séance de cours de la maîtrise (Léger, 2016) et plus spécifiquement du contenu du livre de Christen (2012) sur le couplage de données, des rapports de PwC (Messerschmidt & Stüben, 2011) et de Gartner (O'Kane & Judah, 2015; White, O'Kane, Palanca, & Moran, 2015) et finalement le processus de qualité des données présenté dans Dyché et Levy (2011).

Cela a mené à la réalisation d'une présentation PowerPoint qui a été employée pendant l'expérimentation. L'annexe 10 (page 208) est une version papier de cette présentation, mais celle-ci a été présentée sous un format vidéo où le texte a été lu au participant pour faciliter sa compréhension.

4.6 Première itération (MDMsheet1)

La première itération a permis de construire les bases de ce que sera l'artéfact pour les prochaines itérations. Une part importante du développement s'est déroulée au cours de cette étape.

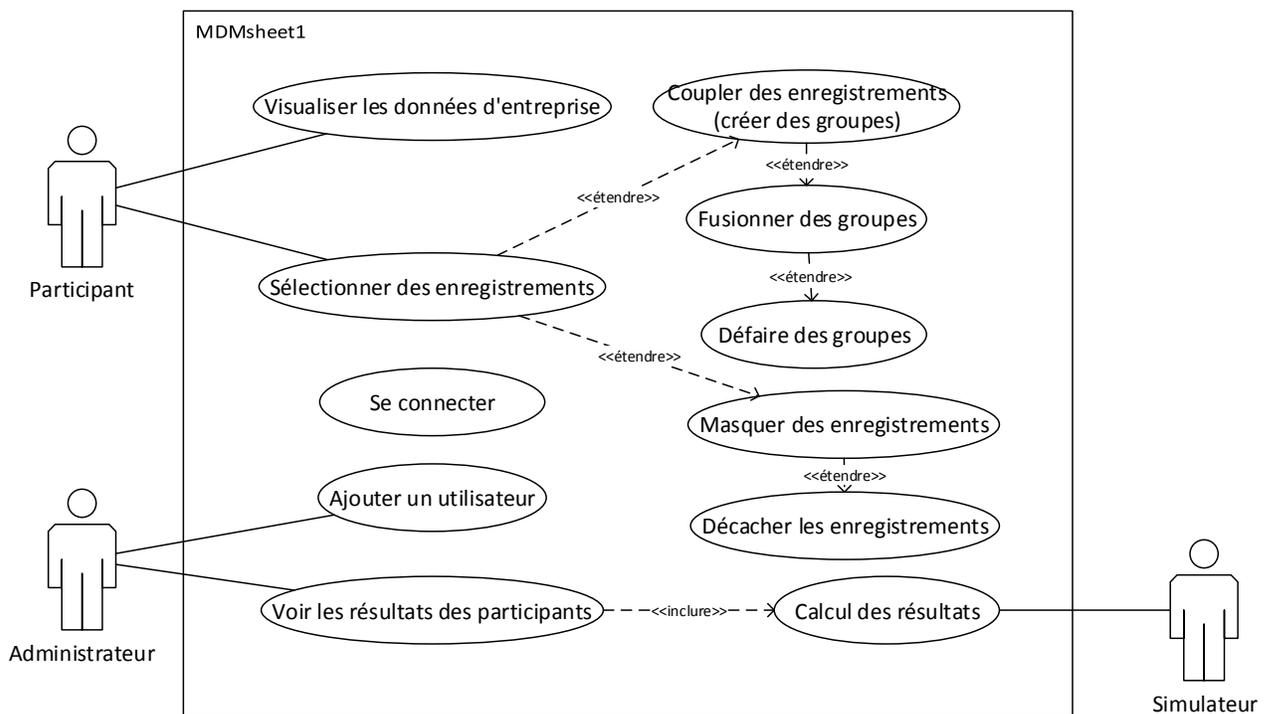
Les sections qui suivent présenteront les objectifs de l'itération et les fonctionnalités, la conception de la structure de données afin d'appuyer ces fonctionnalités et finalement le développement en soi de l'artéfact pour cette itération.

4.6.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération

L'objectif de la première itération, du point de vue de l'utilisateur, est de parvenir à coupler des données maîtres sans aide quelconque. De point de vue du développement de l'artéfact, c'est de mettre en place les modules de base à la poursuite du développement de celui-ci.

Le diagramme de cas d'utilisation UML a été utilisé pour faciliter le développement de l'artéfact. On l'emploie généralement afin de présenter ce qu'un système est ou doit être en mesure d'effectuer (« Use case diagram », 2017). Ils permettent donc de présenter à haut niveau les requis d'un système. La figure 4.7 présente le cas d'utilisation UML de la première version, qui permet de visualiser les fonctionnalités qui seront incluses au sein de l'artéfact.

Figure 4.7 : Cas d'utilisation UML – MDMsheet1²²



Comme on le constate, 3 acteurs sont présentés, soit le joueur ou le participant, le gestionnaire du jeu ou l'administrateur et finalement le simulateur lui-même, qui est responsable des calculs. Les

²² Légers rappels sur le diagramme de cas d'utilisation UML (Audibert, 2013) :

- Lorsqu'on désigne un autre cas pour « inclure », cela signifie que si A inclut B, le cas A dépend de B, lorsque A est sollicité, B doit impérativement l'être également.
- Lorsqu'on désigne un autre cas pour « étendre », cela signifie que si B étend A, lorsque A est sollicité, B peut l'être aussi, mais pas obligatoirement.

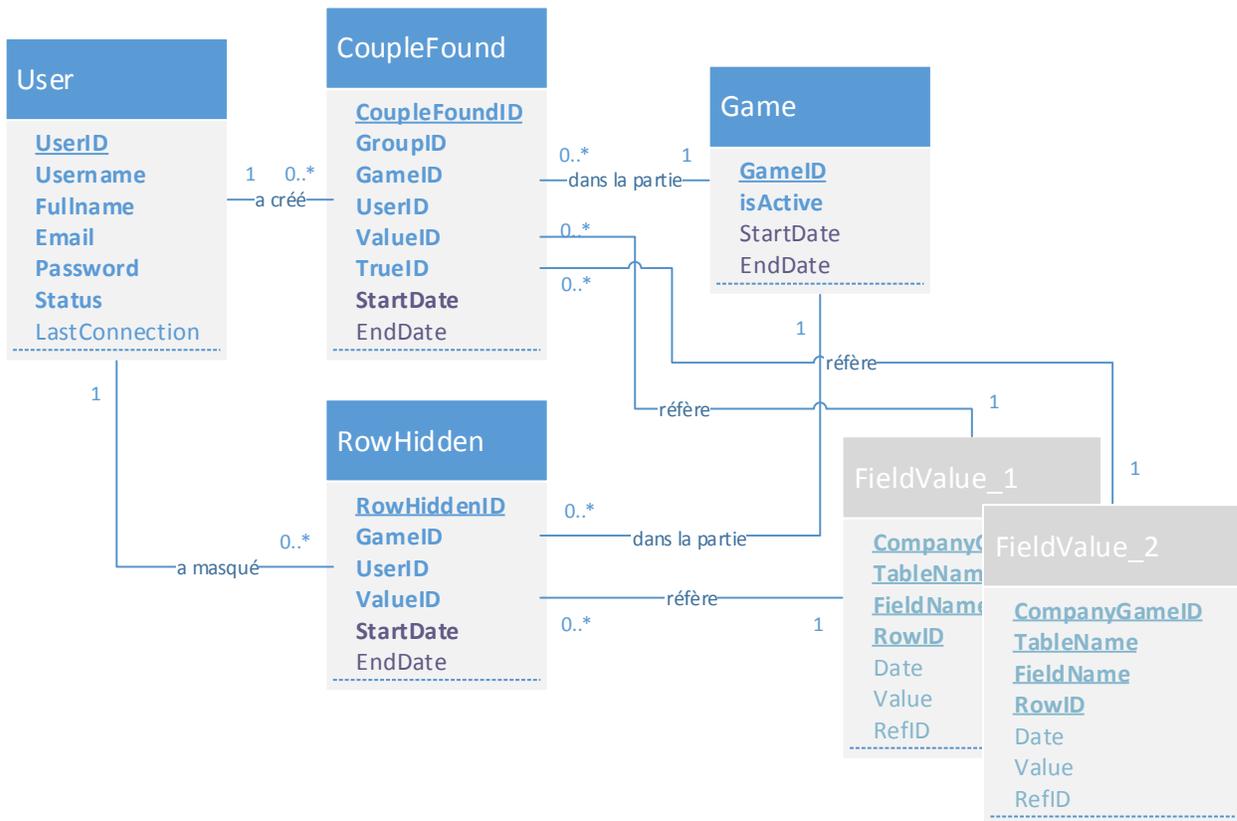
principales activités du participant sont de visualiser les données et de sélectionner les enregistrements afin de les coupler. Il a également la possibilité de masquer les enregistrements (par exemple ceux déjà couplés) afin de libérer sa vue, s'il le fait, il a également la possibilité de les rendre visibles à nouveau.

Les principales fonctions de l'administrateur sont d'ajouter des utilisateurs dans l'artéfact et de visionner en direct les résultats des participants, grâce aux calculs faits par le simulateur. Le fait de se connecter au système est inclus pour n'importe quel cas fait par le participant ou l'administrateur, mais présenté non lié à des fins de simplification, ce qui est en général le but d'un diagramme de cas d'utilisation (Audibert, 2013).

4.6.2 Conception de la structure de données de l'itération 1

La structure des données sources, de référence et des entreprises fictives ont été présentés auparavant, mais la structure sur les données du jeu en soi n'ont pas encore été présentées. Cela s'explique par le fait qu'elles dépendent de l'itération, chaque itération ayant des fonctionnalités différentes. Une partie de la structure pourrait être similaire d'une itération à une autre, si une fonction n'a pas été retirée, mais la plupart du temps celles-ci ont été légèrement altérées pour accommoder des besoins propres à l'itération. La figure 4.8, ci-dessous, présente le diagramme de structure des données pour le fonctionnement du jeu de la 1^{re} itération.

Figure 4.8 : Diagramme de structure de données – MDMsheet1



Avec cette 1^{re} itération de l’artéfact, on retrouve une table qui contient les utilisateurs avec leurs détails, une table qui contient les parties, avec l’information à savoir si elle est active ou non, une table qui contient les couples formés par l’utilisateur et une table contenant les enregistrements qui ont été cachés par l’utilisateur. Les tables « FieldValue_1 » et « FieldValue_2 » sont des reprises de la table « FieldValue » vue précédemment (voir l’annexe 14, page 222 pour référence).

4.6.3 Développement de l’artéfact

Lors de la formation d’un groupe, un identifiant du groupe (« GroupID ») est généré aléatoirement et stocké dans la référence de chacun des enregistrements de la table « CoupleFound ». C’est ce qui permet de retrouver tous les enregistrements d’un seul groupe. Les champs « StartDate » et « EndDate » stockent le moment où le groupe a été créé (couplage) et le moment où celui-ci a été détruit (découplage), si tel est le cas. En conservant en mémoire les informations sur les couples détruits, au lieu de simplement les détruire, cela permet de retrouver le fil des décisions des participants. Ce principe pour les dates est aussi appliqué à la table « RowHidden ».

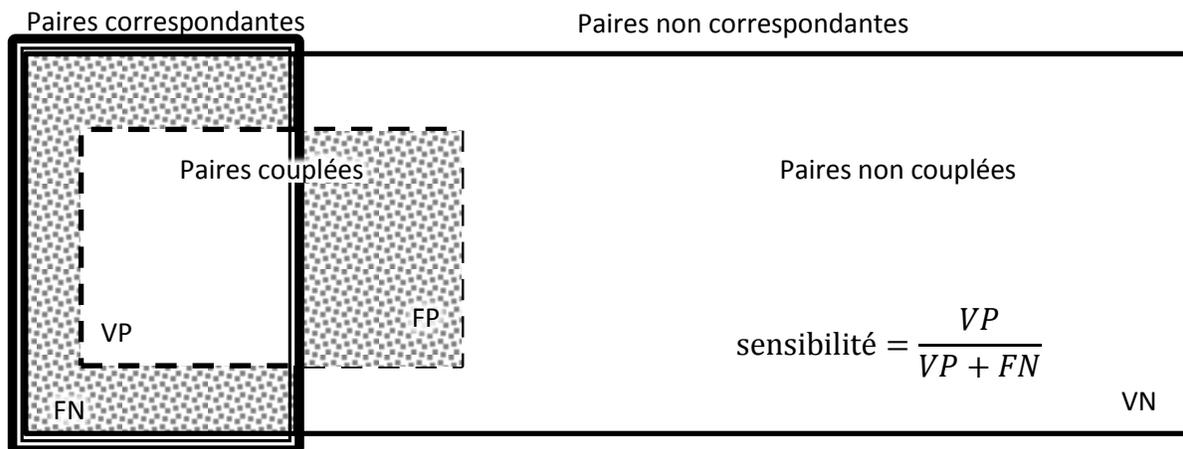
Lors de la création d'un couple, le système retrouve également la valeur de la clé d'origine qui sera utilisée pour le score, sous le nom de « TrueID », afin de simplifier la recherche lors du calcul du score. Le champ ne possède pas le nom d'une clé particulière, car comme il a constaté auparavant, la clé utilisée dépend de l'objectif défini.

Calcul du score

Plusieurs techniques ont été vues qui permettraient de calculer un score. Pour les raisons énoncées dans la section 2.4.1 de la revue de littérature, le choix s'est d'abord arrêté sur la sensibilité (page 31).

Il existe deux situations possibles : soit un groupe créé est composé entièrement d'enregistrements appartenant à la même entité, soit il contient des enregistrements qui proviennent de plus d'une entité. La figure 4.9 présente le premier cas.

Figure 4.9 : Diagramme de Venn : classification du résultat du couplage des données - Sensibilité



Traduit et adapté de Christen (2012, p. 166). Les zones qui composent le calcul de la sensibilité ont été mises en valeur.

Si un groupe est composé entièrement d'enregistrements de la même entité, la sensibilité est calculée, qui se trouve être le pourcentage de vrais positifs identifiés sur la somme de faux négatifs et de vrais positifs, ce qui est l'équivalent de diviser avec le nombre d'enregistrements de la solution (connue dans notre cas).

Si au contraire, le groupe est composé d'enregistrements appartenant à plusieurs entités, donc un groupe erroné, il ne serait pas justifié d'employer cette solution. En effet, le groupe est composé

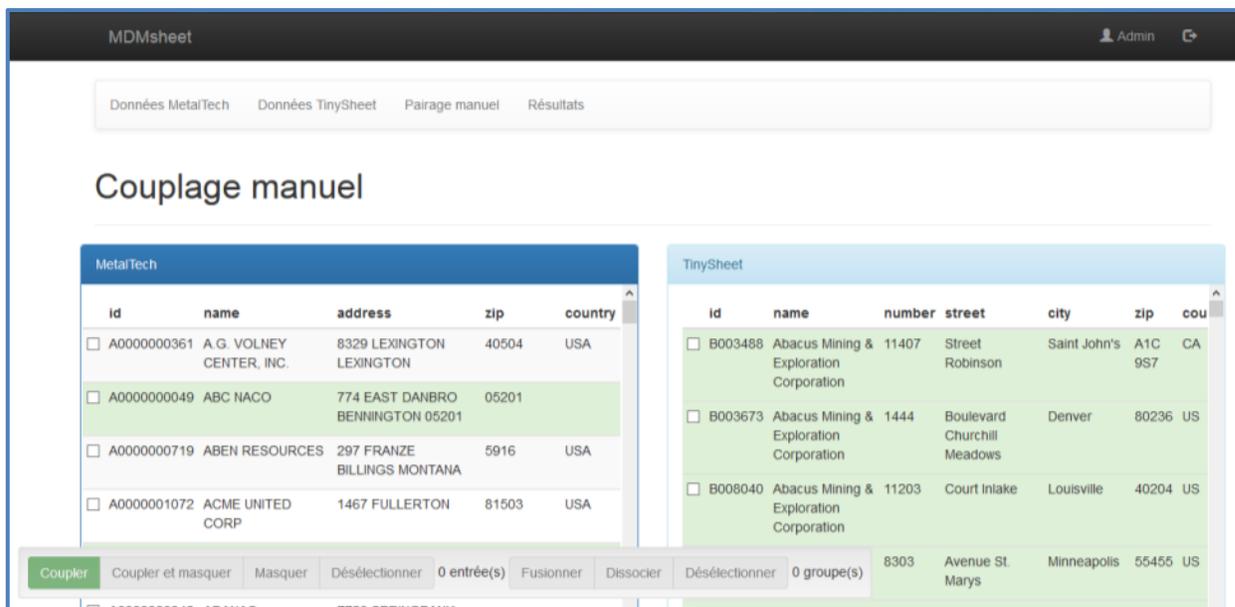
de faux positifs qui n’entrent pas dans le calcul de la sensibilité. Si ce fait était ignoré et que le calcul était simplement effectué, il ne prendrait pas en compte le fait d’avoir mis ensemble des entités qui ne vont pas ensemble. Pour remédier au problème, il est possible d’employer dans cette situation la F-mesure combinée (page 32), combinée dans le sens qu’elle est calculée pour chacune des entités qui ont été intégrées au groupe puis combinées en faisant une moyenne.

La valeur calculée de chacun des groupes est ensuite additionnée, puis divisée par le nombre d’enregistrements afin d’obtenir un pourcentage de progression.

Interface

Pour le développement de l’interface graphique avec lequel l’utilisateur interagit, le but était de présenter à l’utilisateur simultanément les données des deux entreprises. Un écran avec une zone pour chaque entreprise côte à côte a été conçu à l’aide d’une maquette dessinée à la main. S’ajoutent à cela des boutons qui permettent d’exécuter les différentes actions. La figure 4.10 présente le résultat qui a été employé par les participants.

Figure 4.10 : Écran de couplage (haut) – MDMsheet1



Les enregistrements avec les identifiants A000000049, B003488, B003673, B008040 et les suivants apparaissent surlignés en vert sur l’image. Le bouton « coupler » est également vert.

Les enregistrements déjà couplés sont surlignés en vert, les enregistrements que l’utilisateur sélectionne deviennent quant à eux surlignés en bleu (non visible sur l’image). Le participant doit sélectionner les enregistrements désirés avant de procéder aux 4 premiers choix : les coupler, les

coupler et les masquer, les masquer sans les coupler et les désélectionner. Le bouton *coupler* apparaît en vert afin d'indiquer au participant qu'il s'agit probablement de la meilleure option, ou du moins la plus courante qu'il devra exécuter.

Cet écran permet également de visualiser le menu qui est présenté à l'utilisateur, soit la possibilité de consulter les données des deux entreprises, d'effectuer le couplage (cet écran) ou de visualiser les résultats des participants, lien que seul l'administrateur peut voir.

La page se poursuit avec les groupes formés qui sont détaillés, tel qu'on peut le voir sur la figure 4.11.

Figure 4.11 : Écran de couplage (bas) – MDMsheet1

The screenshot shows a web interface titled "Entités identifiées". At the top, there is a checkbox for "Groupe 71b3f9c7ca850bf8499eed00f2086f3". Below this is a table with two columns of data. The first column has headers: id, name, address, zip, country. The second column has headers: id, name, number, street, city, zip, country. The data rows are as follows:

id	name	address	zip	country	id	name	number	street	city	zip	country
A0000000610	AURA SILVER RESOURCES INC.	3209 SANDOVER SAINT JOHN NEW BRUNSWICK	E2R 2C5	USA	B006564	Aura Silver Resources Inc.	1338	Court Nocturne	Bozeman	59715	US
					B003439	Aura Silver Resources Inc.	2079	Crescent Pettigrew	Minneapolis	55406	US
					B002736	Aura Silver Resources Inc.	10933	Trail Berryman	Columbia	29206	US
					B001405	Aura Silver Resources	1668	Drive Portland	Vanier	97215	US

At the bottom of the interface, there is a toolbar with the following buttons: Coupler (highlighted in green), Coupler et masquer, Masquer, Désélectionner, 0 entrée(s), Fusionner, Dissocier, Désélectionner, 0 groupe(s). The copyright notice "© 2016" is visible at the bottom left.

Sur le bas de l'écran, il est possible de visualiser tous les groupes qui ont été créés par l'utilisateur. Il est ainsi possible d'utiliser sur cette partie les boutons de droite qui permettent de fusionner des groupes, de détruire des groupes (dissocier) et de les désélectionner.

Ces écrans présentent que le sous-échantillon de données que le participant doit se préoccuper, soit ceux dont le nom de l'entreprise débute par la lettre A. Toutefois, le participant peut, s'il le souhaite, consulter également les autres données en se rendant sur les pages des entreprises respectives. La figure 4.12 présente cet écran.

Figure 4.12 : Écran de visualisation des données de MetalTech – MDMsheet1

MDMsheet Admin

Données MetalTech Données TinySheet Pairage manuel Résultats

Données de la compagnie MetalTech

Vendor **1506**

Table Vendor
Table definition: Vendors

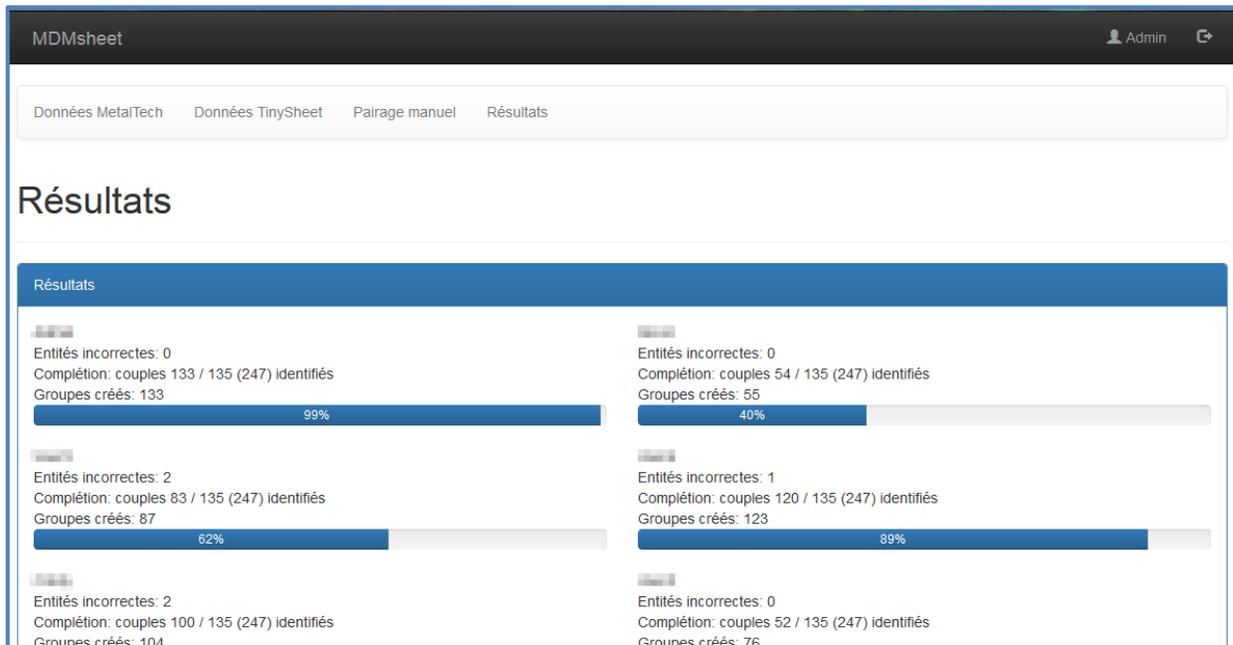
[Décacher les entrées](#)

id	name <Vendor Name>	address <num> <str> <city> <region>	zip	country
A000000001	JILBEY GOLD EXPLORATION	3906 LARKIN	59715	USA
A000000003	ANDALAY SOLAR, INC.	7376 OAKGLADE HALIFAX NOVA SCOTIA	B3P 5J8	
A000000004	CENTURY ALUMINUM CO	8625 BETHANY MADISON WISCONSIN	5374	USA
A000000005	MINERALS CPIOROROATN	1038 MILLWAY GREENVILLE SOUTH CAROLINA	29601	USA
A000000007	WEBCO INDUSTRIES INC.	6260 JOYMAR SAINT PAUL MINNESOTA	55116	USA
A000000009	COPPER MOUNTAIN MINING COAORPIRTON	7986 RADCLIFFE BENNINGTON VERMONT	05201	USA
A000000010	BIRIM GILFOEDLS	2968 COLUMBIA COLUMBIA	2923	USA
A000000012	ORONOVA RESOURCE CORP	9822 PICKFAIR MONTGOMERY ALABAMA	36117	USA
A000000013	REAL DEL MONTE MINING	494 RIMON BRATTLEBORO VERMONT	05301	
A000000015	BARZEL INDUSTRIES	1911 UPPERDALE BENNINGTON	05201	
A000000017	PITCHSTONE EXPLORATION LDT.	8932 FERGO TAHLEQUAH OKLAHOMA	74464	USA
A000000019	ALL L L GOLD CORP	4068 JOHN WATT ANCHORAGE ALASKA	Anchorage	USA
A000000020	VENDOME RESOURCES CORP.	5773 LADY SLIPPER GREENVILLE 29615	29615	
A000000022	HALO RESOURCES LTD.	5496 GALENA TULSA OKLAHOMA	74128	USA
A000000023	CREW GOLD CORPORATION	574 VAN WINKLE	97233	USA
A000000024	ASHER RESOURCES CORPORATION	6605 TAW PORTLAND 97227	97227	
A000000026	J.A.G. LTEE (LES MINES)	940 WORLD LEXINGTON KENTUCKY	40516	USA
A000000027	GOLDEN PHOENIX MINERALS, INC.	4623 HALIFAX HALIFAX	Halifax	USA

Dans cet écran, l'utilisateur peut cliquer sur les différentes tables contenues dans la base de données, mais comme dans notre situation il n'y en a qu'une seule, seul « Vendor » apparaît, avec le nombre d'enregistrements (1506). Le bouton « décacher les entrées » permet de rendre visibles les entrées qui ont été précédemment cachées pour cette entreprise. Cette présentation est similaire pour les données de TinySheet, cela n'a donc pas été présenté.

Du côté de l'administrateur, celui-ci a accès aux résultats des participants au fur et à mesure de l'expérimentation. La figure 4.13 présente cet écran.

Figure 4.13 : Écran des résultats – MDMsheet1



Le nom des participants a été masqué afin de préserver leur anonymat.

L'écran des résultats présente le pourcentage de complétion de la tâche de couplage, en plus du détail des différents calculs.

En ce qui concerne l'inscription des participants, il s'agit d'un simple formulaire avec les champs à remplir qu'il est possible de consulter à l'annexe 15 (page 223). D'ailleurs, celui-ci ne sera pas modifié dans le cadre des itérations futures.

4.7 Deuxième itération (MDMsheet2)

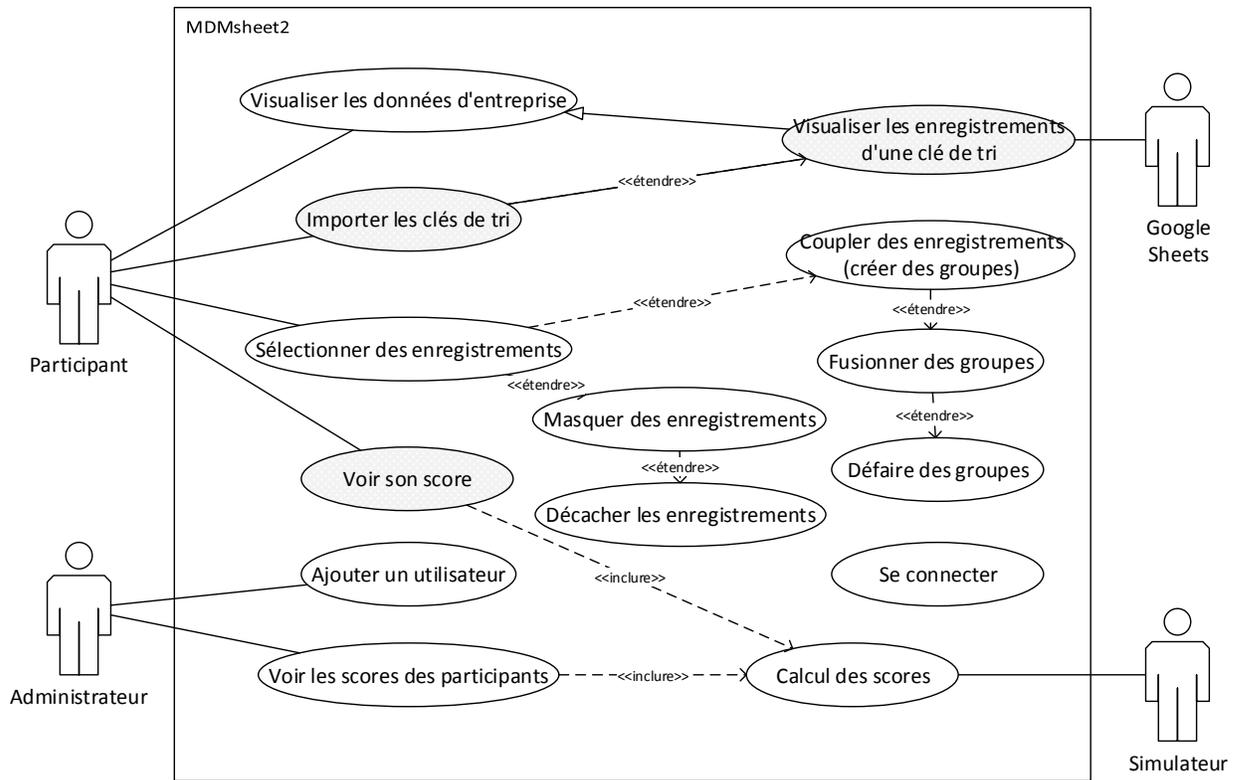
Tout comme pour la 1^{re} itération, les sections qui suivent présenteront les objectifs de l'itération et les fonctionnalités, la conception de la structure de données afin d'appuyer ces fonctionnalités et finalement le développement en soi de l'artéfact pour cette itération. L'emphase sera faite sur les distinctions de l'itération précédente, ce qui a été décrit ne le sera pas à nouveau.

4.7.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération

L'objectif de cette seconde itération est de fournir à l'utilisateur la possibilité d'employer un chiffrier afin de manipuler lui-même les données et de créer des clés de tri dans celui-ci afin de l'assister dans sa tâche manuelle. Afin de guider l'utilisateur, sa progression (score) lui est également présentée en quasi direct, au fur et à mesure qu'il couple des enregistrements.

La figure 4.14 présente le cas d'utilisation UML de cette seconde version, qui permet de visualiser les fonctionnalités qui seront incluses au sein de l'artéfact.

Figure 4.14 : Cas d'utilisation UML – MDMsheet2



Les cas d'utilisation en gris correspondent à ceux qui ont été ajoutés depuis l'itération 1

L'une des premières choses qu'on remarque sur ce nouveau cas d'utilisation, c'est l'ajout d'un nouvel acteur : *Google Sheets*²³. Les cas d'utilisation qui ont été ajoutés pour le participant sont l'importation d'une clé de tri, la visualisation des enregistrements liés à une clé de tri et la possibilité de visualiser le score. Une clé de tri est un champ qu'on utilise afin de grouper ensemble des enregistrements similaires²⁴.

Google Sheets est un chiffrier en quelque sorte l'équivalent d'Excel, mais en infonuagique, ce qui permet entre autres la collaboration entre de multiples utilisateurs. Cet outil de manipulation a

²³ <https://docs.google.com/spreadsheets>

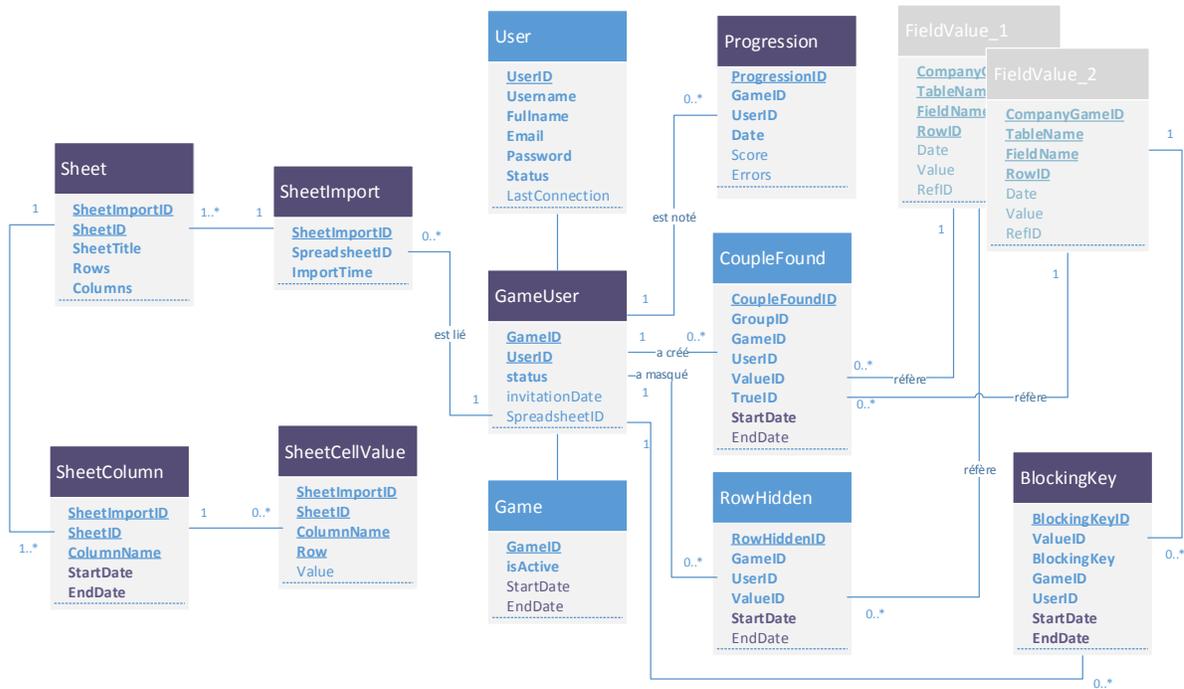
²⁴ Le terme utilisé avec les participants était « clé de blocage », mais « clé de tri » s'avère une meilleure traduction et est plus fidèle au rôle qu'on les clés de tri. En consultant des documents remis aux participants, il se peut que l'expression « clé de blocage » soit présente.

été choisi, car il ne nécessite pas l'installation d'un programme, excepté un navigateur internet, ce qui est également nécessaire pour l'utilisation de l'artéfact.

4.7.2 Conception de la structure de données de l'itération 2

La figure 4.15 présente les altérations qui ont été effectuées afin de mettre en place les nouvelles fonctionnalités au sein de l'artéfact.

Figure 4.15 : Diagramme de structure de données – MDMsheet2



Les tables dont le titre est plus foncé sont les tables qui ont été ajoutées depuis l'itération 1

Une table intermédiaire, « GameUser », entre « User » et « Game » permet d'affecter un utilisateur à une partie particulière.

4 tables pour stocker les informations provenant des importations de *Google Sheets* ont également été mises en place. La table « GameUser » contient un identifiant de document Google (« SpreadsheetID ») qui fait référence à un document existant que le participant utilisera lors de la simulation. Les importations font référence à ce document particulier, car il pourrait être envisageable que plus d'un utilisateur emploie le même document, même si ce n'est pas le cas. Un document contient des feuilles de travail (onglets dans Excel par exemple), qui contiennent elles-mêmes des colonnes et des lignes. Vu la nature du document, les colonnes ont une plus grande

signification que les lignes, d'où l'usage de la table « SheetColumn ». Les différentes cellules sont quant à elles stockées dans « SheetCellValue ».

La table « BlockingKey » fait le pont entre ce qui a été importé et les données du système, les informations de la colonne qui contient la clé de tri (au choix du participant) y sont versées avec les clés de référence (« ValueID »).

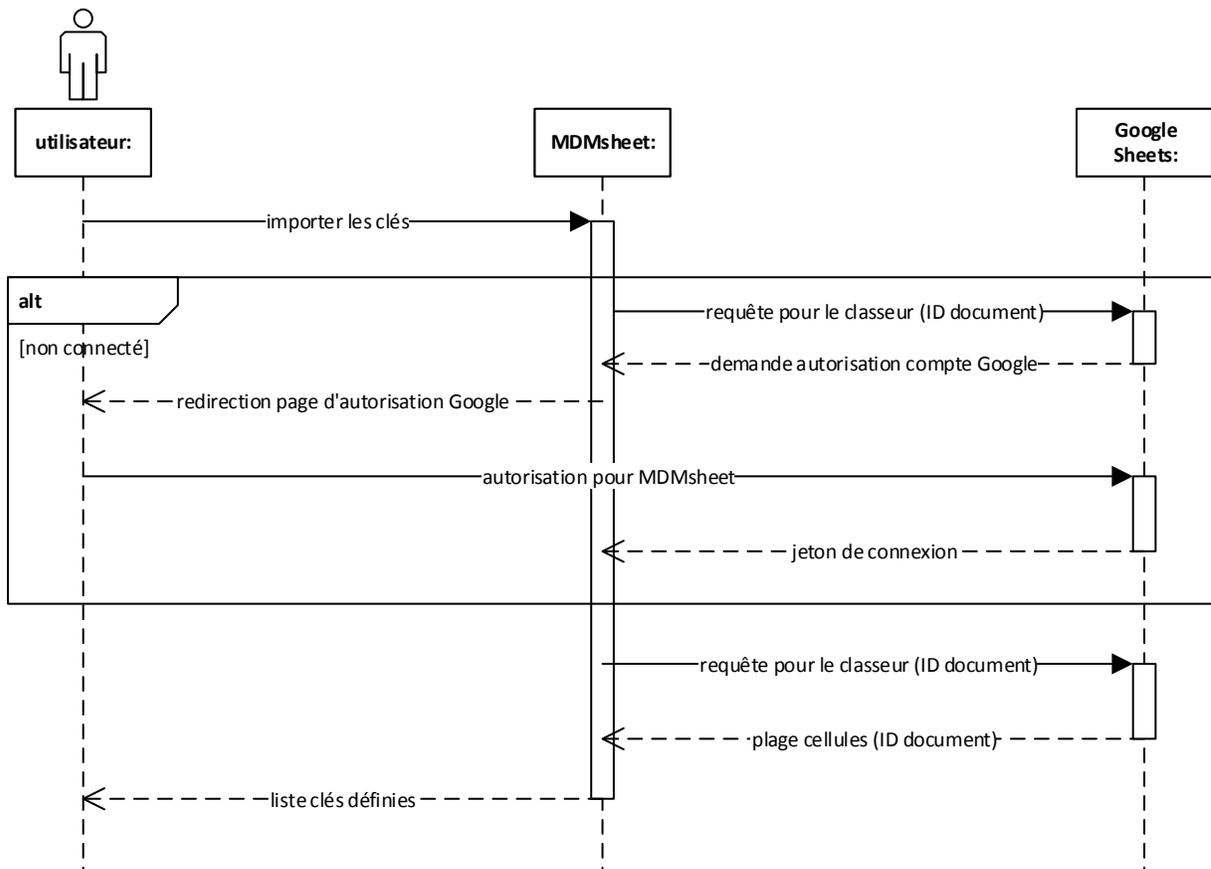
La table « Progression » permet quant à elle de stocker le score des participants à plusieurs moments, et c'est là que l'information sera tirée afin d'informer le participant de son score, au lieu que chaque participant calcule son score, ce qui exigerait des ressources non négligeables pour un serveur ou une machine.

4.7.3 Développement de l'artéfact

L'interaction avec *Google Sheets* a nécessité la mise en place de l'API Google sur le site et plus spécifiquement le module pour les documents ainsi que les documents « Sheets » (un document « Sheets » étant un document Google). L'API Google est un service web qui permet d'interagir avec les différents produits de Google. Dans notre cas, elle permet de créer des documents, de les supprimer, de les éditer, insérer des feuilles, modifier des cellules, mais surtout de récupérer le contenu d'un chiffrier *Google Sheets*.

L'utilisation d'un API comme celle de Google pour accéder à des documents n'est pas aussi simple à première vue. En effet, par exemple, les documents en question ne sont pas nécessairement publics. De plus, même s'ils l'étaient, qu'est-ce qui nous autorise à le supprimer? C'est pour cette raison que l'utilisateur doit d'abord autoriser l'application à accéder au contenu de l'utilisateur. La figure 4.16 présente à cet effet les interactions qui se produisent entre un participant, l'artéfact et *Google Sheets*.

Figure 4.16 : Diagramme de séquence entre MDMsheet et Google Sheets



Google Sheets et l'API Google en général ont été simplifiés au sein d'une même entité.

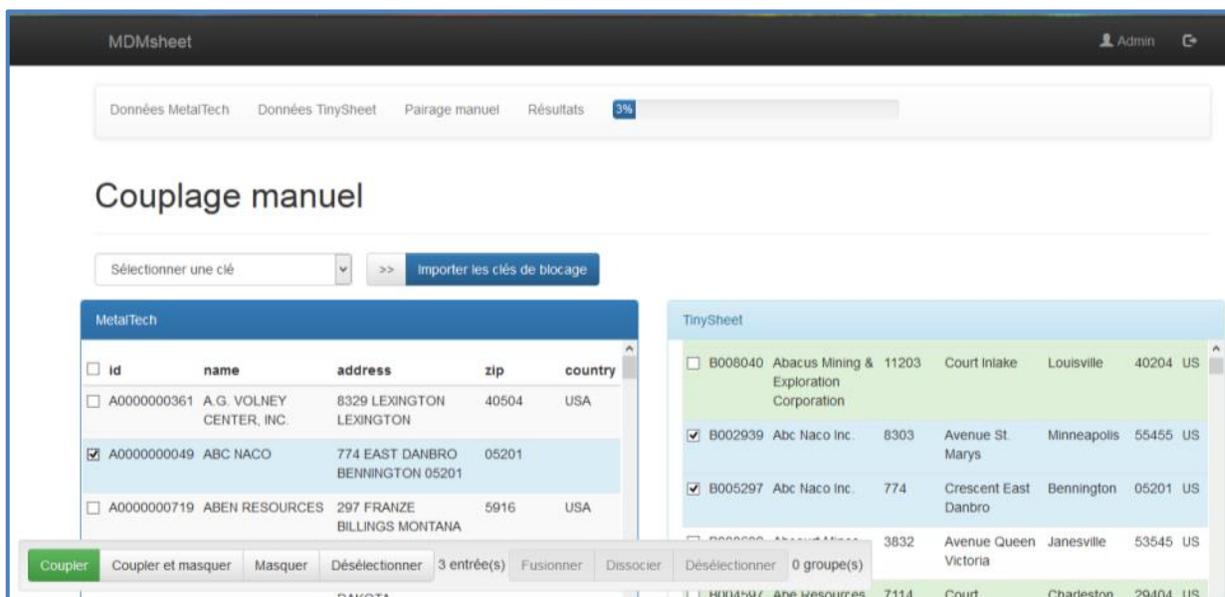
Tout d'abord, l'utilisateur demande à faire l'importation de ses clés de tri, l'artéfact envoie ensuite la requête à travers l'API. Si l'utilisateur n'est pas connecté ou alors qu'il n'a pas autorisé l'artéfact à accéder à ses données, Google renverra une demande d'authentification et d'autorisation. Cette demande sera transmise à l'utilisateur en le redirigeant vers la page Google. Une fois que l'utilisateur autorise MDMsheet, l'API retourne un jeton d'autorisation pour la présente connexion. L'artéfact pourra ensuite retenter une requête pour récupérer le chiffrier auprès de *Google Sheets* à l'aide de l'identifiant du document. Google Sheets retournera en temps normal les différentes plages de cellules du chiffrier demandé, ce qui permet ensuite à l'artéfact de produire une liste de clés définies par l'utilisateur dans son document.

Lors de la réception du contenu, celui-ci est déposé dans les 4 tables désignées à cet effet. Dépendamment de la taille du chiffrier, cela peut nécessiter au moins 60 secondes pour effectuer l'importation, voire plus, si l'utilisateur a ajouté un grand nombre de colonnes additionnelles. Le fichier contient par défaut 2 feuilles, une avec 6 colonnes et 1506 lignes et une autre avec 8 colonnes et 6637 lignes, ce qui fait un minimum de 62 132 cellules à importer. Cela explique le temps considérable pour effectuer 1 seule importation. Pour cette raison, le contenu demandé a été filtré par nom de colonne, en retirant les colonnes de la base de données des systèmes sources. Cela a réduit le temps d'important à environ 5-30 secondes. Parmi le contenu reçu, la colonne « blockingKey » est repérée afin que cette information soit déposée dans la table « BlockingKey » avec la clé associée.

Interface

L'essentiel de l'interface est celui hérité de l'itération 1. La figure 4.17 présente le résultat des modifications pour cette itération.

Figure 4.17 : Écran de couplage (haut) – MDMsheet2



Les enregistrements avec les identifiants B008040 et B004597 apparaissent surlignés en vert sur l'image, ceux avec les identifiants A0000000049, B002939 et B005297 apparaissent quant à eux en bleu sur l'image, ils sont d'ailleurs cochés. Le bouton « coupler » est visuellement vert et le bouton « importer les clés de blocage » est quant à lui bleu.

La principale différence dans cette version est l'arrivée de cinq éléments : un bouton pour importer les clés de tri, une liste de sélection avec la liste des clés de tri, un bouton pour passer à la clé de

tri suivante, une case à cocher pour sélectionner tous les enregistrements (à gauche d'« id ») et finalement la progression du participant.

Lorsque l'utilisateur clique sur « Importer les clés de tri », c'est à ce moment que se produit la séquence entre l'artéfact et *Google Sheets*, décrite précédemment. Après cette étape, le participant peut sélectionner une clé parmi les clés de la liste, selon ce qu'il a lui-même défini. Le bouton suivant passe à la clé suivante dans la liste. Lorsqu'on sélectionne une clé, on arrive sur un écran similaire à la figure 4.17, mais avec un filtrage sur les enregistrements ayant cette clé. La figure 4.18 présente ce qui est alors montré au participant.

Figure 4.18 : Écran de couplage avec une clé sélectionnée – MDMsheet2

The screenshot shows the 'Couplage manuel - clé ABC' interface. At the top, there's a navigation bar with 'Données MetalTech', 'Données TinySheet', 'Pairage manuel', and 'Résultats' (3%). Below the title, there's a dropdown for 'Sélectionner une clé' and a button 'Importer les clés de blocage'. Two data tables are displayed side-by-side:

MetalTech				
<input type="checkbox"/>	id	name	address	zip country
<input type="checkbox"/>	A000000049	ABC NACO	774 EAST DANBRO BENNINGTON 05201	05201

TinySheet						
<input type="checkbox"/>	id	name	number street	city	zip	country
<input type="checkbox"/>	B002939	Abc Naco Inc.	8303 Avenue St. Marys	Minneapolis	55455	US
<input type="checkbox"/>	B005297	Abc Naco Inc.	774 Crescent East Danbro	Bennington	05201	US

At the bottom, a toolbar shows: 'Coupler' (highlighted), 'Coupler et masquer', 'Masquer', 'Désélectionner', '0 entrée(s)', 'Fusionner', 'Dissocier', 'Désélectionner', '0 groupe(s)'. The user 'Admin' is logged in.

Écran de couplage avec la clé « ABC » sélectionnée.

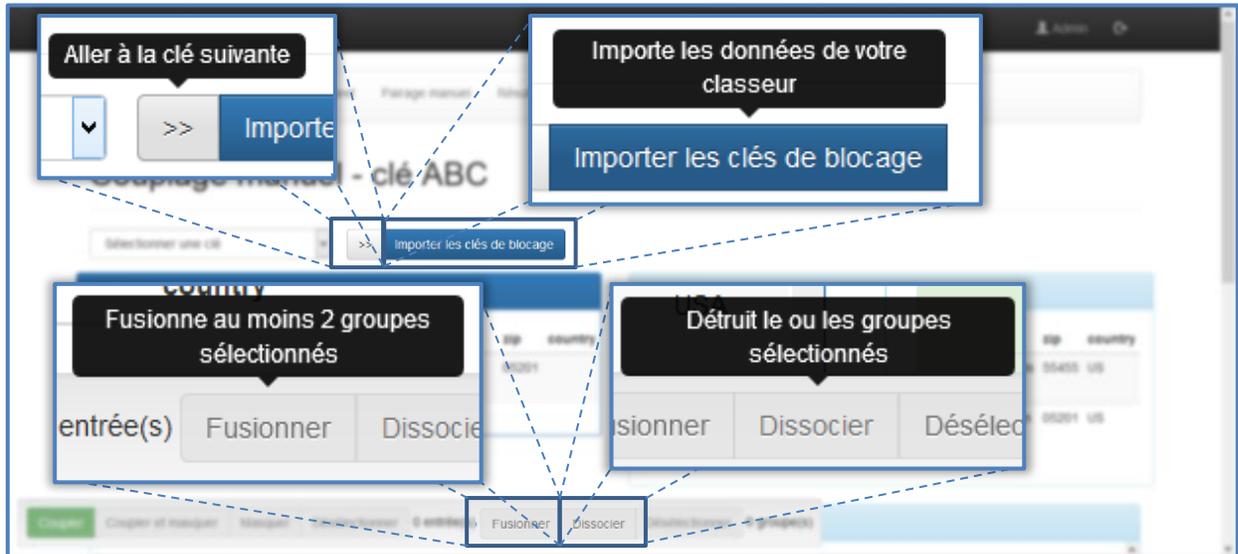
On comprend alors l'utilité de la case à cocher pour le participant, ainsi, au sein d'une clé, il peut rapidement cocher tous les enregistrements qu'il voit. Cela permet également d'améliorer la visibilité du participant en ne lui pas l'entièreté des données.

Lorsque le participant clique sur le bouton d'importation des clés de tri, le bouton devient temporairement non cliquable jusqu'à ce que l'importation soit complétée, ce qui évite d'exécuter simultanément le processus à plusieurs reprises.

Un pourcentage de complétion est également présenté à l'utilisateur sous la forme d'une barre de progression avec le pourcentage à l'intérieur. Ce pourcentage est basé sur le calcul que l'administrateur peut voir sur sa page résultats.

Des messages d'aide ont également été ajoutés sur certains boutons afin de préciser à l'utilisateur leur fonctionnement ou leur utilité. La figure 4.19 les présente.

Figure 4.19 : Capture des messages d'aide



En tout, 4 messages d'aide et certains sur des fonctions qui ont été ajoutés au préalable dont les utilisateurs ne se rappelaient pas nécessairement une fois la prise en main de l'artéfact.

Correction du calcul du score

Il est important de prendre en compte qu'à partir de cette itération, l'utilisateur pouvait également manipuler des données qui n'étaient pas comprises dans l'ensemble évalué. Il pouvait ainsi définir une clé qui aurait groupé des enregistrements ne faisant pas partie de l'échantillon avec ceux de l'échantillon. La directive sur l'échantillon sur lequel ils devaient travailler leur était répétée à au moins 2 reprises lors de consignes et à nouveau pendant l'expérimentation si ce problème était détecté chez un participant.

À cette fin, le calcul du score a dû être ajusté en conséquence car deux nouveaux cas pouvaient maintenant se présenter : un groupe comprend des enregistrements qui réfèrent qu'à des entités non comprises dans l'échantillon, un groupe comprend des enregistrements qui réfèrent à une ou des entités dans l'échantillon et à un ou des entités non incluses dans l'échantillon.

Dans le premier cas, qui est le plus simple, aucun calcul n'a lieu et le groupe est simplement ignoré. Dans le second cas, la F-mesure combinée est calculée pour les entités faisant partie de l'échantillon, les autres sont tout simplement ignorées.

Fonctions de Google Sheets

Pour créer des clés de tri, des fonctions textuelles sont généralement utilisées pour couper et assembler des chaînes de texte. Les fonctions d'Excel ont été passées en revue pour dresser une liste de fonctions pertinentes. Une classe de fonctions souvent employées dans les clés de tri est celle des fonctions phonétiques telles que *Soundex* ou *Metaphone* (Christen, 2012). Ces fonctions sont absentes de chiffriers tels qu'*Excel* ou *Google Sheets*. Toutefois, *Google Sheets* permet d'ajouter des fonctions dans son chiffrier, ces dernières ont donc été programmées en JavaScript et ajoutées à celui-ci.

De plus, la liste des fonctions de Google Sheets a été passée en revue afin de valider qu'un minimum soit présent. Les fonctions sélectionnées ont été ajoutées au document consultable en annexe 8 (page 206).

4.8 Troisième itération (MDMsheet3)

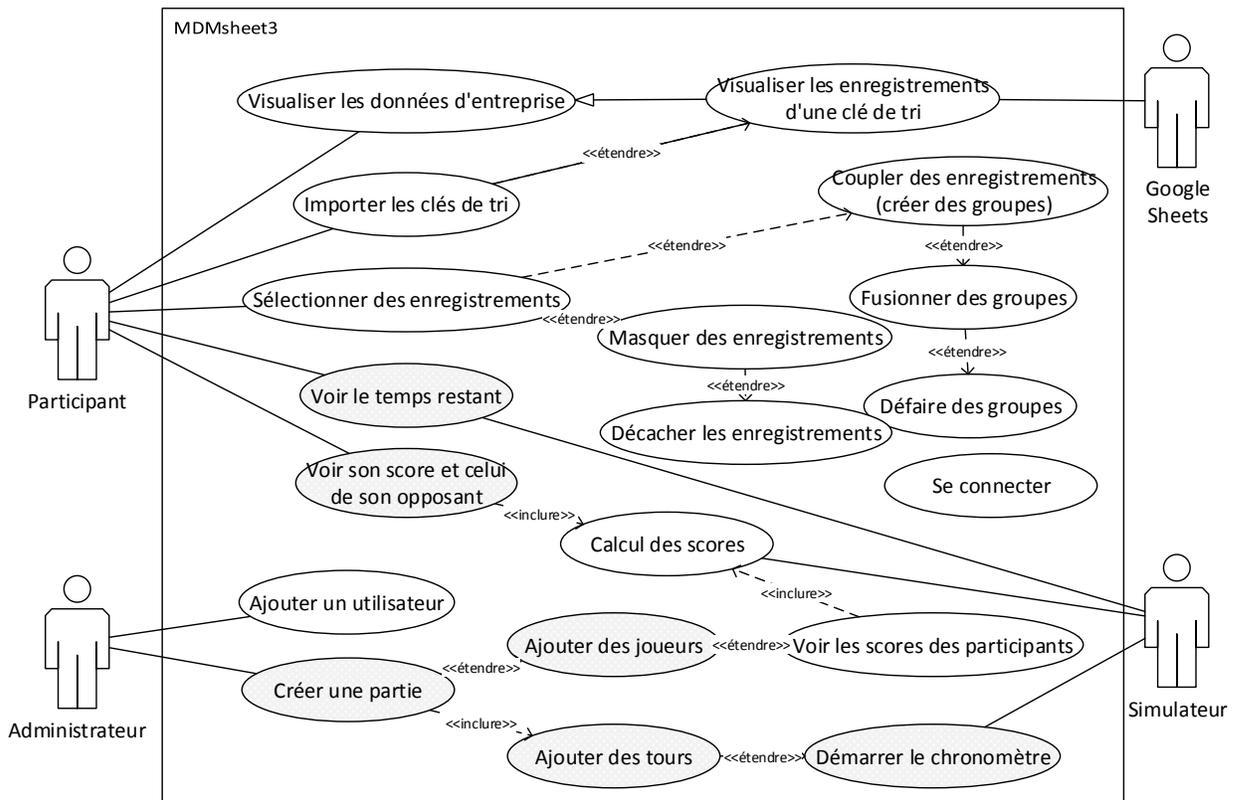
Les sections qui suivent présenteront les objectifs de l'itération et les fonctionnalités, la conception de la structure de données afin d'appuyer ces fonctionnalités et finalement le développement en soi de l'artéfact pour cette itération.

4.8.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération

L'objectif de cette 2^e itération était de permettre à des participants d'être en mesure d'entrer en compétition l'un contre l'autre en pouvant suivre la progression de ce que l'opposant effectuait. En plus de cette pression, les participants devront être en mesure de voir le temps qu'il leur reste avant la fin de l'activité.

Jusqu'à maintenant, l'artéfact était en mesure de permettre à plusieurs participants de l'utiliser simultanément, mais chacun jouait en vase clos. Il faut donc être capable de créer des ponts entre les utilisateurs. La figure 4.20 présente les fonctionnalités qui sont incluses dans cette troisième itération de l'artéfact.

Figure 4.20 : Cas d'utilisation UML – MDMsheet3



Les cas d'utilisation en gris correspondent à ceux qui ont été ajoutés depuis l'itération 2

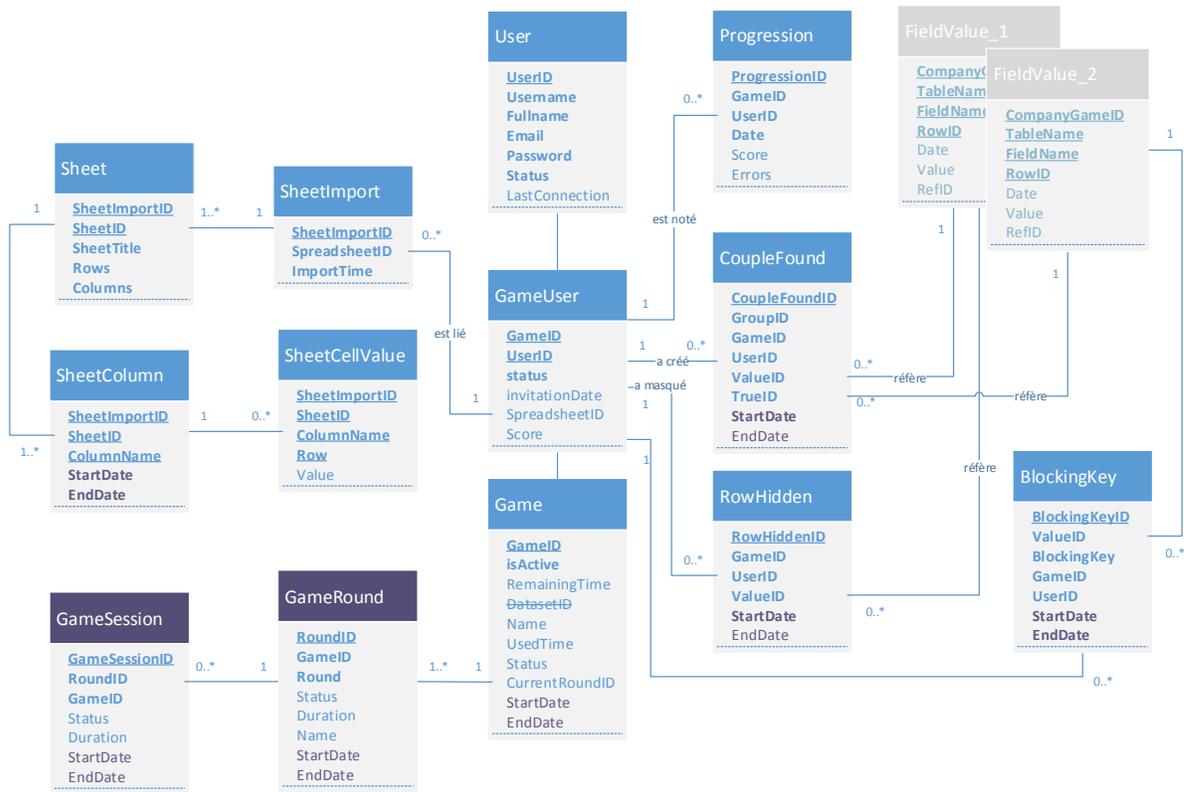
Les nouvelles fonctionnalités qu'on peut visualiser sont, dans le cas du participant, la possibilité de voir le score de son opposant ainsi que la possibilité de visualiser le temps restant à l'exercice. Du côté de l'administrateur, celui-ci doit être en mesure de créer des parties, d'y ajouter des utilisateurs (joueurs), de configurer la partie en ajoutant des tours et finalement de démarrer le chronomètre.

Jusqu'à maintenant, l'artéfact n'avait aucune notion du temps, c'est-à-dire qu'il ignorait quand se situaient le début et la fin d'une partie, cette tâche était laissée à un humain qui devait lui-même faire le suivi du temps. La gestion du temps a été jugée importante car avec plus d'un participant à la fois qui testera l'artéfact, chacun doit être en mesure d'avoir la même référence temporelle.

4.8.2 Conception de la structure de données de l'itération 3

La figure 4.21 présente les modifications qui ont été faites afin de mettre en place la gestion du temps et des parties.

Figure 4.21 : Diagramme de structure de données – MDMsheet3



Les tables dont le titre est plus foncé sont les tables qui ont été ajoutées depuis l'itération 2

Comme on peut le voir, pour être en mesure de faire la gestion du temps, plusieurs champs additionnels ont été ajoutés à la table « Game » ainsi que 2 tables supplémentaires : « GameRound » et « GameSession ». Dans le cadre de l'expérimentation, les parties étaient composées de 2 tours où la tâche du participant variait. Les sessions sont considérées comme des sections temporelles continues où la partie ne s'est pas arrêtée.

La table « GameUser » voit également une petite optimisation avec l'ajout du score mis à jour (le plus récent) du participant directement à cet endroit.

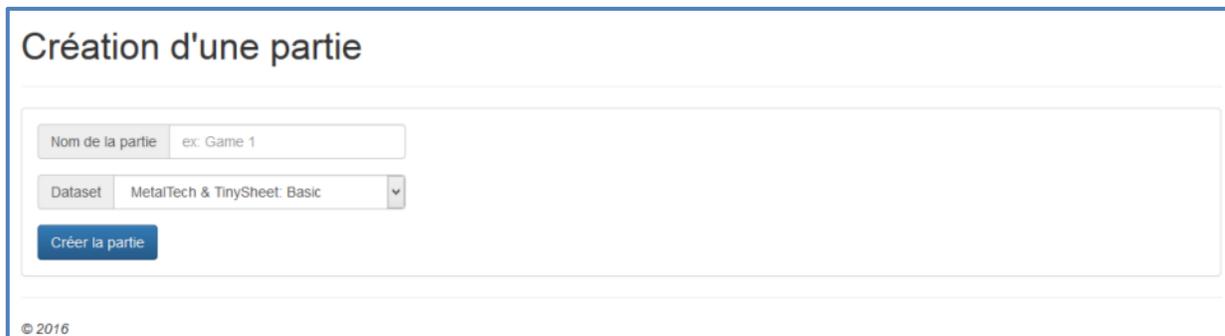
4.8.3 Développement de l'artéfact

Le calcul de la progression en soi ne nécessite pas de développement supplémentaire, il faut simplement permettre à un opposant de consulter le score du participant et vice versa, d'où l'utilité de mettre ce score directement, donc la majeure partie du changement est dans le code.

Interface

La gestion des parties était déjà prise en compte depuis l'itération 2, mais par défaut, tous les joueurs faisaient partie de la même partie. Il faut maintenant être en mesure de créer différentes parties ainsi que d'y enregistrer des joueurs. À cet effet, l'administrateur utilise d'abord la page de création de parties, tel qu'on peut la voir sur la figure 4.22 :

Figure 4.22 : Écran de création d'une partie – MDMsheet3



Création d'une partie

Nom de la partie ex: Game 1

Dataset MetalTech & TinySheet: Basic

Créer la partie

© 2016

Cet écran est très simple et accessible à partir du menu d'administration. Une fois la partie créée, il faut être en mesure de la configurer et de la gérer. À cet effet, la figure 4.23 présente l'écran de gestion des parties.

Figure 4.23 : Écran de gestion d'une partie – MDMsheet3

Édition de la partie

Nom de la partie : Équipe 3: participant A & B

Début : 2016-08-08 14:59:51

Fin : 2016-08-08 15:46:03

Temps écoulé : 2700

Status : completed

0 Heures 0 Minutes 0 Seconds

Démarrer la partie Jouer

Joueurs

Actions	ID	Nom	Status	Date d'invitation	SpreadsheetID
	12	Participant A	active	2016-08-08 14:30:00	1wC9ksZSxmEmrLe9HqjHKaHlBaHSsPkv8_sYXn6G7e6S
	13	Participant B	active	2016-08-08 14:30:00	1q-kyB7cQYY3CpilpYV0qPjZYDlJaB6NJFpBbDoP4N6h6

Ajouter un joueur

Rounds

Actions	ID	Round	Name	Status	Date début	Date Fin	Durée
	8	1	Blocs	completed	2016-08-08 14:59:51	2016-08-08 15:14:51	15
	9	2	Couplage	completed	2016-08-08 15:14:51	2016-08-08 15:46:03	30

Ajouter un round

Log sessions

ID	RoundID	Status	Date début	Date Fin	Durée
49	8	inactive	2016-08-08 14:59:51	2016-08-08 15:14:51	900
50	9	inactive	2016-08-08 15:16:02	2016-08-08 15:46:03	1800

Sauvegarder

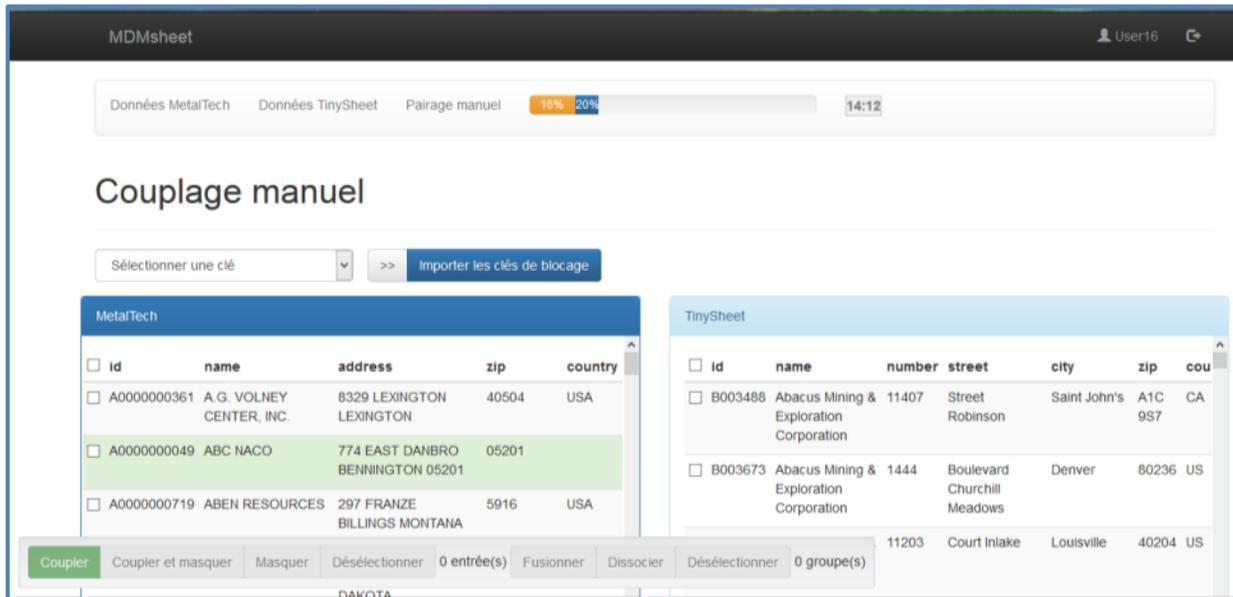
Il s'agit d'une capture d'écran d'une partie fictive complétée.

Comme on peut le voir, à partir de cet écran il est possible d'ajouter et de supprimer des joueurs à une partie, d'ajouter, d'éditer et de supprimer des tours (rounds) à une partie en définissant la durée de chacun des tours. La fonctionnalité la plus intéressante est probablement le chronomètre. En appuyant sur le bouton « Démarrer la partie », le temps du premier tour défini s'affiche et s'écoule normalement. Lorsqu'il ne reste plus de temps, le tour est marqué comme complété et le tour suivant est marqué comme en cours et débute. Cela, jusqu'à ce qu'il ne reste plus aucun tour, à ce moment précis, la partie est marquée comme complétée. En ce qui concerne les sessions, chaque fois que l'administrateur appuie sur « Play » ou qu'il démarre la partie, une session est ajoutée, s'il appuie sur « Pause », la session est complétée, et ce, même si le tour n'est pas complété. En appuyant à nouveau sur « Play », une autre session débutera et ainsi de suite. Si

un tour est complété, la session étant associée à un tour, elle prend également fin. Cela se poursuit jusqu'à la fin de la partie.

La figure 4.24, ci-dessous, montre ce que les participants sont en mesure de visualiser de leur côté.

Figure 4.24 : Écran de couplage (haut) – MDMsheet3



La section de la barre de progression qui indique 16 % apparaît en orange alors que la section qui indique 20 % apparaît en bleu.

Comme on le voit, le participant est en mesure de voir qu'il reste, par exemple, 14 minutes et 12 secondes au tour en cours, ce qui lui permet de se repérer dans le temps.

L'autre aspect est qu'il voit également le score de l'autre participant et lequel des deux se trouve en avance. La partie en orange indique toujours l'opposant et la partie en bleue le score du participant.

Fonctions de Google Sheets

Suite à des ennuis avec l'usage des fonctions *Soundex* et *Metaphone*, celles-ci ont été retirées car elles n'étaient pas toujours fonctionnelles dans les chiffriers des participants.

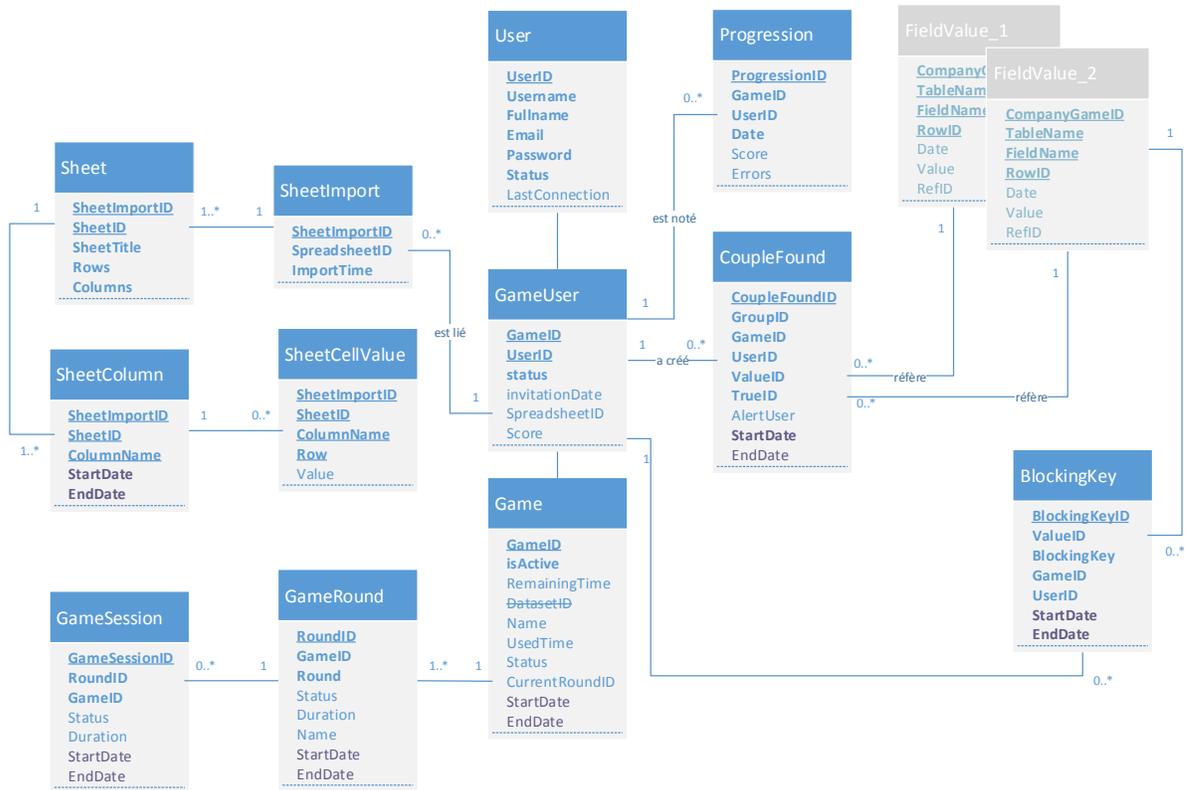
L'une des nouvelles fonctionnalités est la validation de ce que le participant soumet comme groupe d'enregistrements. Si son groupe contient des erreurs (plus d'une entité au sein du même groupe), celui-ci recevra une rétroaction afin de procéder à une correction. Toutefois, la validation n'inclut pas le fait de créer un groupe partiel, dans le sens qu'il ne contient pas tous les enregistrements représentant une même entité. Par exemple, si une entité est composée de 3 enregistrements et que le participant n'en identifie que 2.

L'autre fonctionnalité est la présentation de la structure des données des entreprises fictives au participant.

4.9.2 Conception de la structure de données de l'itération 4

La figure 4.26 présente les modifications mineures effectuées pour mettre en place cette rétroaction.

Figure 4.26 : Diagramme de structure de données – MDMsheet4



La principale modification a été d'ajouter le champ « AlertUser » afin d'indiquer si le groupe a fait l'objet d'une alerte auprès du participant afin de lui indiquer que ce groupe contient une erreur.

L'autre changement est la disparition de la table « RowHidden ». En effet, celle-ci était très peu utilisée puisque l'usage des clés de tri permettait tout de même de filtrer ce que l'utilisateur voyait sur son écran. Le retrait de cette fonction a ainsi pu permettre d'alléger la barre d'outils du participant.

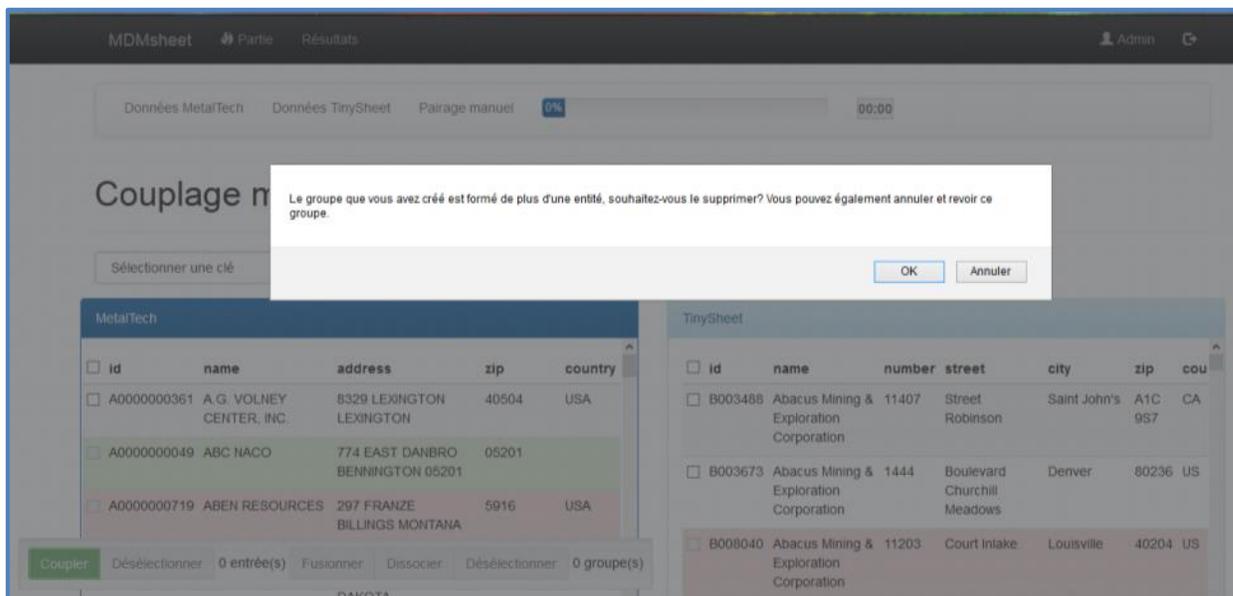
Finalement, le dernier changement a été de stocker l'image du modèle de structure de données dans la table « CompanyGame » (non présenté sur la figure 4.26).

4.9.3 Développement de l'artéfact

Interface

Les ajustements principaux ont été l'ajout d'une alerte en cas d'erreur et un indicateur visuel de l'erreur à l'utilisateur. À cet effet, la figure 4.27 présente le message d'alerte qui est affiché à l'utilisateur.

Figure 4.27 : Écran de couplage (haut) – MDMsheet4



Les enregistrements avec les identifiants A0000000719 et B008040 apparaissent surlignés en rouge sur l'image, celui avec l'identifiant A0000000049 apparaît quant à lui surligné en vert.

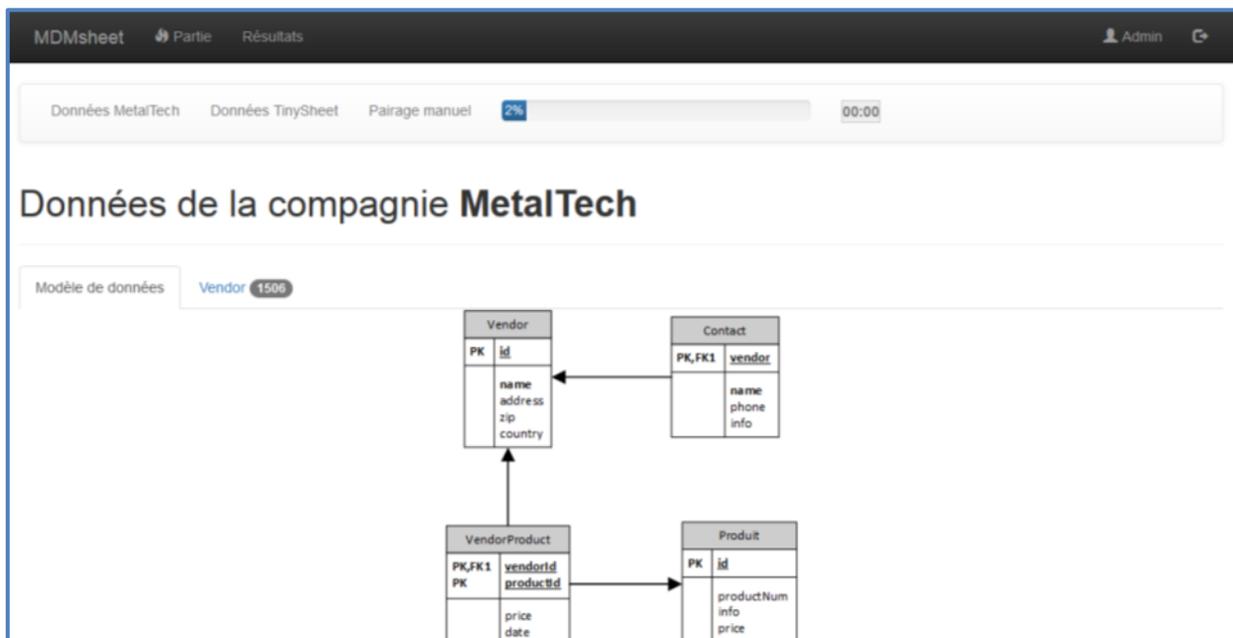
La figure permet de voir que le participant est prévenu que le groupe qu'il vient de former n'est pas valide. Concrètement, le groupe est tout de même créé, si l'utilisateur appuie sur « OK », celui-ci sera ensuite marqué comme supprimé. Les données sur le fait que l'utilisateur a reçu une alerte pour ce groupe sont également conservées dans la table « CoupleFound ». Si le participant appuie

sur « Annuler », les enregistrements incorrectement groupés sont affichés en rouge dans la vue, ainsi que le groupe dans le bas de la page afin d'indiquer à l'utilisateur quel groupe est concerné.

Le participant n'est jamais forcé de supprimer un groupe incorrect et peut le conserver s'il le souhaite.

Quelques ajustements mineurs ont également été faits à l'interface afin de le peaufiner. Par exemple, le bouton pour passer à la clé de tri suivante a été remplacé par du texte, ce qui était plus significatif pour les participants. La présentation des résultats a aussi été restructurée par partie. Un autre ajout a été le modèle de structure de données, tel que présenté sur la figure 4.28.

Figure 4.28 : Écran de visualisation des données de MetalTech – MDMsheet4



Le modèle de structure de données de l'entreprise parle peu aux participants qui ne sont pas issus du milieu des TI, mais peut véhiculer de l'information supplémentaire à ceux du domaine TI.

4.10 Cinquième itération (MDMsheet5)

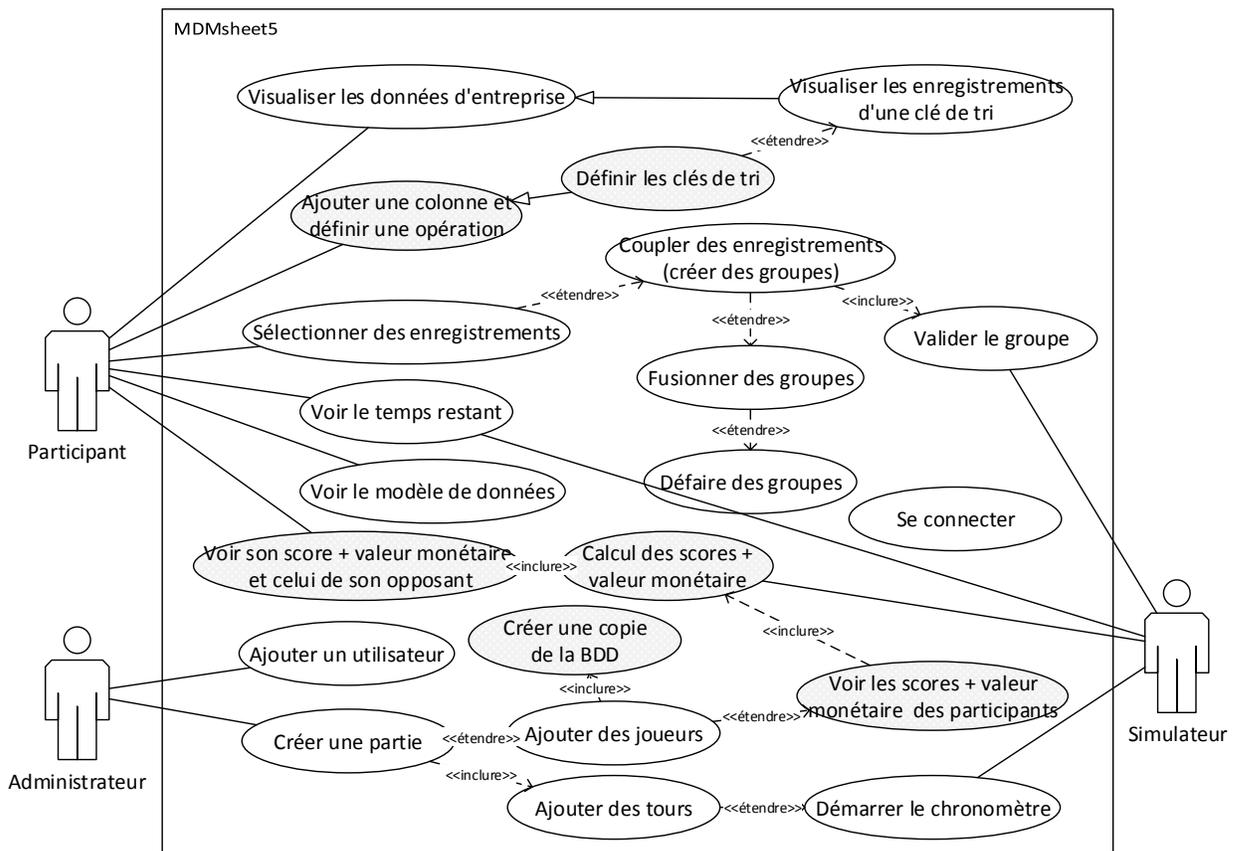
Les sections qui suivent présenteront les objectifs de l'itération et les fonctionnalités, la conception de la structure de données afin d'appuyer ces fonctionnalités et finalement le développement en soi de l'artéfact pour cette itération.

4.10.1 Objectifs et fonctionnalités de l'itération

L'objectif de cette dernière itération était de tester un nouvel indicateur de performance auprès des participants et encore d'améliorer l'expérience de ceux-ci.

La figure 4.20 présente les fonctionnalités qui sont incluses ou ont été modifiées dans cette 5^e itération de l'artéfact.

Figure 4.29 : Cas d'utilisation UML – MDMsheet5



Les cas d'utilisation en gris correspondent à ceux qui ont été ajoutés ou modifiés depuis l'itération 4

Le changement le plus important est le retrait d'un des acteurs, soit l'arrêt de l'usage de *Google Sheets*. Les participants avaient de la difficulté à manipuler le chiffrier et étaient confus par la présence de deux fenêtres de leur navigateur : un pour l'artéfact et l'autre pour *Google Sheets*. Cela se traduit par la possibilité d'ajouter des colonnes de travail au sein des données des

entreprises et d’y définir des opérations textuelles de traitement. Cela est l’équivalent de mettre une formule dans Excel. Ensuite, il y a également la possibilité de définir une des colonnes comme étant la clé de tri. Ces modifications se greffent aux fonctions déjà existantes en lien avec l’ancienne façon de procéder.

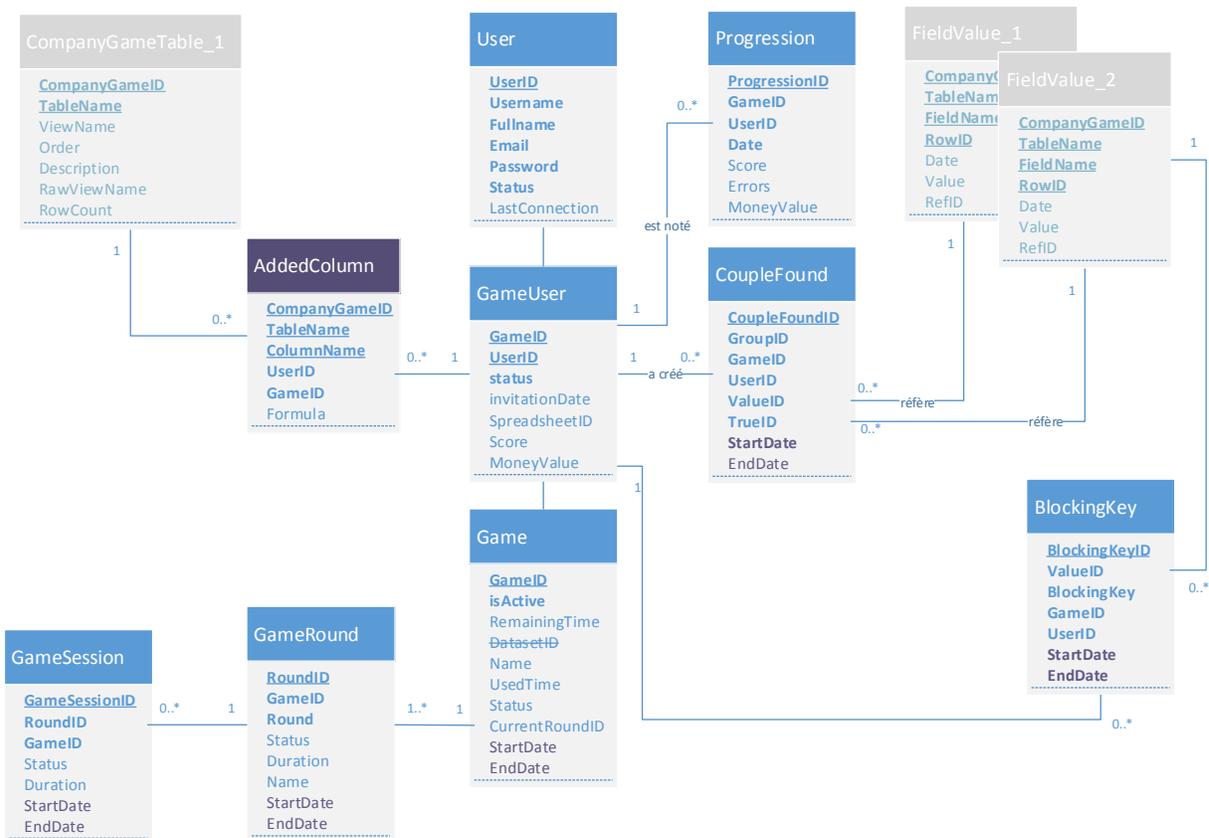
Afin de fournir une version modifiable des données, une copie des tables de référence est effectuée pour chaque participant. Cette copie est effectuée par l’administrateur.

La dernière modification est l’ajout d’une valeur monétaire en économies réalisées, qui sera calculée avec les différents scores.

4.10.2 Conception de la structure de données de l’itération 5

La figure 4.26 présente les modifications effectuées pour incorporer le nouveau score (valeur monétaire) ainsi que la gestion interne de colonnes de traitement.

Figure 4.30 : Diagramme de structure de données – MDMsheet5



La table dont le titre est plus foncé est celle qui a été ajoutée depuis l’itération 4

Une nouvelle table fait son apparition, soit la table « AddedColumn » qui permet de faire le suivi des colonnes qui ont été ajoutées dans la copie des tables fournie au participant. Elle contient le nom de la table où la colonne est ajoutée, le nom de la colonne ajoutée et l'opération effectuée, « Formula ».

Les tables « Progression » et « GameUser » voient également l'apparition d'un champ pour stocker le résultat du calcul de la valeur monétaire, soit « MoneyValue ».

4.10.3 Développement de l'artéfact

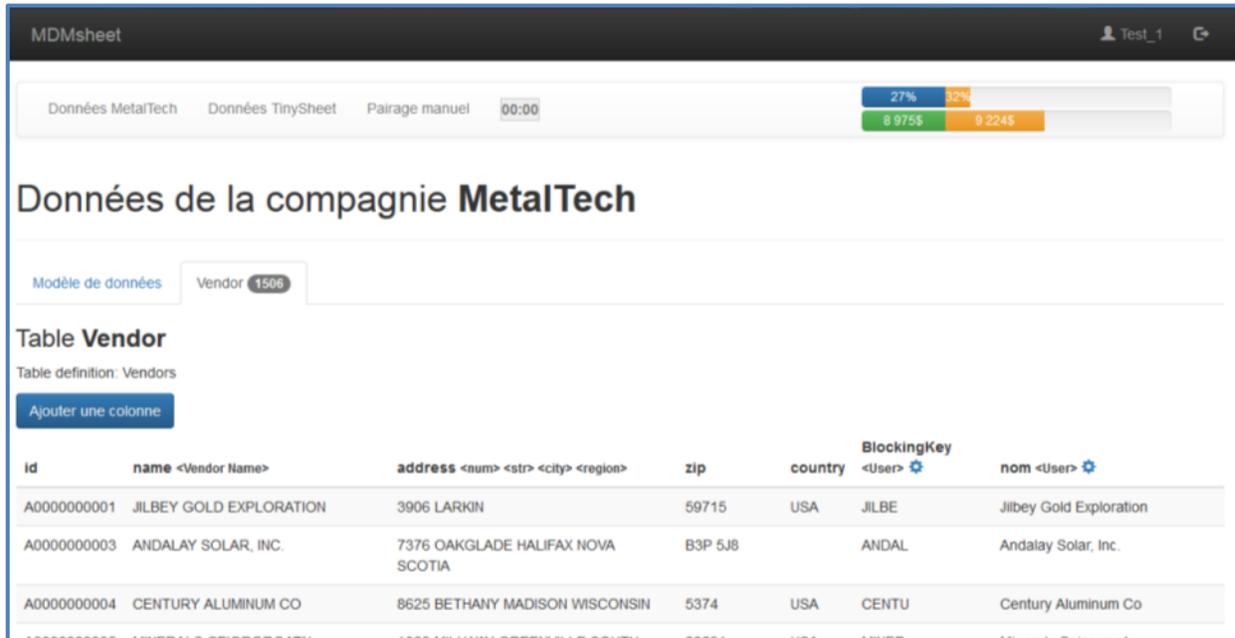
Le développement s'est divisé en 2 grandes parties, la première étant sur la prise en charge par l'artéfact de la manipulation des données, la seconde sur le calcul de la valeur monétaire.

Pour prendre en charge la manipulation des données et retirer l'API Google, la solution envisagée a été de créer des copies physiques de chacune des tables finales (tel qu'expliqué dans la section 9). Ce sera ensuite cette copie que le participant pourra visionner et manipuler. La copie des tables finales est créée pour chaque participant lors de leur ajout à une partie. Il s'agit de 2 requêtes SQL simples qui sont exécutées pour chaque table à copier : une requête pour cloner la structure de la table ainsi qu'une seconde requête pour copier le contenu vers la nouvelle table créée.

Ensuite, si le participant souhaite ajouter des colonnes, l'information sur celles-ci est stockée dans la table « AddedColumn » et la colonne est ajoutée dans la copie de la table finale du participant. La Figure 4.31 présente le nouvel écran de visualisation des données des entreprises fictives.

Interface

Figure 4.31 : Écran de visualisation des données de MetalTech – MDMsheet5



La section de la barre de progression qui indique 32 % et 9 224 \$ apparaît en orange alors que la section qui indique 27 % apparaît en bleu, la section qui indique 8 975 \$ apparaît quant à elle en vert.

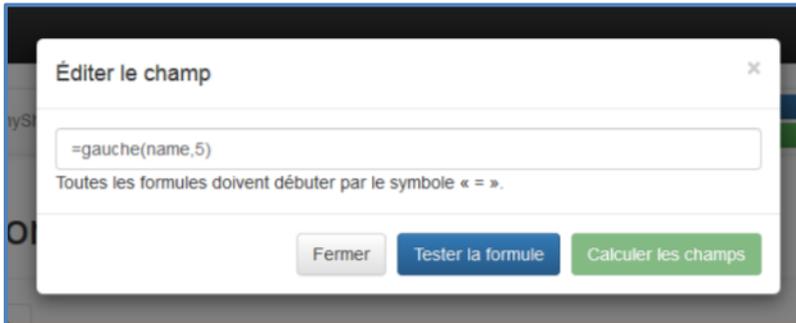
On voit donc l'apparition du bouton « Ajouter une colonne » qui, lorsqu'appuyé, demande à l'utilisateur un nom pour la nouvelle colonne à ajouter, tel qu'on peut le voir à la figure 4.32 (ci-dessous). La commande échoue si une colonne du même nom existe déjà et demande alors un autre nom à l'utilisateur. Il faut se rappeler également que cette table contient des colonnes qui ne sont pas visibles publiquement (les colonnes pour les clés des entités).

Figure 4.32 : Fenêtre d'ajout d'une colonne



En appuyant sur l'engrenage d'une colonne personnalisée, l'utilisateur verra apparaître une fenêtre afin de définir la formule qui sera employée dans cette colonne, tel qu'on peut le voir sur la figure 4.33 ci-dessous :

Figure 4.33 : Fenêtre de saisie de la formule



La variable « name » correspond à une des colonnes de la table de l'entreprise.

En appuyant sur le bouton « Calculer les champs », la valeur des champs sera calculée pour la colonne entière et la page rafraîchie. La section qui suit détaille ce comportement.

Interprétation des formules

L'interprétation des formules saisies par l'utilisateur est tout de même complexe, du moins en PHP. Le langage PHP ne prévoit pas, par mesure de sécurité, d'employer des fonctions ou d'effectuer des opérations mathématiques à partir d'une simple chaîne de texte. Il n'est d'ailleurs probablement pas le seul langage à adopter cette approche pour cette raison.

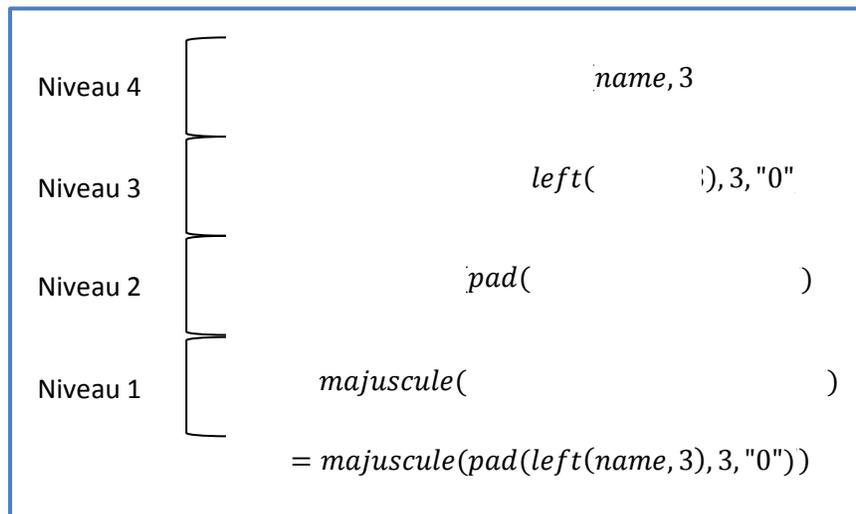
Il existe quelques bibliothèques PHP qui permettent d'interpréter des opérations mathématiques, mais l'usage souhaité ici n'est pas tout à fait adéquat. Une possibilité envisageable était d'employer la fonction PHP « eval »²⁵ qui exécute une chaîne de texte comme si c'était du code PHP, ce que les bibliothèques mathématiques font d'ailleurs. Pour tout développeur alerte, il est facile de comprendre l'enjeu sérieux qu'implique l'utilisation de cette fonction. Littéralement n'importe quelle fonction du langage PHP sera exécutée, on ne devrait donc pas l'utiliser en y insérant du texte saisi par l'utilisateur.

La façon de contourner ce problème est traiter ce que l'utilisateur saisit et d'exécuter le résultat du traitement et non ce que l'utilisateur a saisi, ce qui rend le traitement plus sécuritaire.

²⁵ Voir cette page pour référence : <http://php.net/manual/fr/function.eval.php>

Une nomenclature d'écriture des formules devait être établie, une similaire à Excel a été choisie, car l'usage d'Excel est tout de même répandu et était ce qui avait été utilisé auparavant. Un des problèmes posés par cette nomenclature et probablement par d'autres est l'imbrication des formules l'une dans l'autre : une formule peut comprendre plusieurs paramètres et chacun des paramètres peut lui-même être le résultat d'une formule qui comprend elle-même plusieurs paramètres et ainsi de suite. La solution a été d'interpréter la formule du participant et d'assigner un niveau à chaque partie de la formule. La figure 4.34 permet d'illustrer ce concept.

Figure 4.34 : Interprétation d'une formule – différents niveaux



L'annexe 9 (page 207) contient la liste exhaustive des formules implantées dans l'artéfact. On peut noter la présence de la formule « left » dans la figure, les noms anglais des fonctions sont également acceptés, ceux reconnus par Excel, même s'ils ne sont pas dans la liste remise au participant.

Si l'on souhaite éviter une grossière erreur PHP, avant de transformer ce que l'utilisateur saisit, il faut en vérifier la validité. Les niveaux supérieurs sont analysés en premier, jusqu'au niveau le plus bas. Ce qu'on remarque, c'est qu'une parenthèse ouvrante fait augmenter le niveau, une virgule conserve le même niveau et une parenthèse fermante fait diminuer le niveau. Une suite de caractères est interprétée comme une fonction si elle est suivie d'une parenthèse ouvrante, est interprétée comme un champ (une variable) si elle n'est pas suivie d'une parenthèse ouvrante et comme une chaîne de texte si elle est entourée de guillemets. Les valeurs numériques sont considérées comme des entiers.

L'analyse vérifie 3 choses, d'abord que les fonctions sont des fonctions définies, ensuite qu'elles aient le bon nombre de paramètres dans le bon format, finalement, que les noms de variables

soient des champs qui existent dans ce contexte. Par exemple, le champ « name » doit être une colonne de la table sur laquelle on applique notre formule.

Une fois que la formule est validée, celle-ci est réécrite en PHP et la valeur pour toutes les entrées de la table est calculée avec une boucle et l'usage de la fonction « eval ». Le résultat obtenu et calculé pour l'exemple de la figure 4.34 serait le suivant pour l'entreprise « Abc Naco Inc. » :

```
internalExcel_upper(internalExcel_pad(internalExcel_left('Abc Naco
Inc.', 3), 3, '0'))
output→'ABC '
```

Fonctions PHP

Comme on le constate, on parvient à une solution tout à fait sécuritaire qui fait exactement ce qui est désiré.

Calcul de la valeur monétaire « économisée »

Un nouvel indicateur de performance de l'utilisateur a été incorporé lors de cette itération et celui-ci donne une autre indication au participant de la tâche qu'il a réalisée. Tout comme l'autre score, celui-ci est fourni au participant en quasi-temps réel.

Pour effectuer le calcul, l'équation 4 (page35) sur l'optimisation du coût de la classification a été employée. Une valeur monétaire a été octroyée pour chaque groupe d'enregistrements correctement groupé selon la taille du groupe, pour chaque groupe incorrect ainsi que pour les groupes formés d'enregistrements en dehors de l'échantillon. Il s'agit d'une valeur monétaire d'économies puisque dans l'état actuel des choses, l'entreprise subit des coûts financiers importants.

La méthode de calcul n'est bien sûr par fournie au participant, celui-ci voit donc que l'impact de ses décisions, comme il est possible de le voir à la figure 4.31. Sous le pourcentage de progression, on retrouve une seconde barre de progression qui indique numériquement cette valeur monétaire. L'opposant apparaît encore en orange et la valeur du participant est quant à elle en vert. Sur la figure 4.31, l'opposant est donc en avance.

5 Évaluation

Maintenant que la conception de l'artéfact a été vue, ce qui met fin aux sections qui concernent l'activité 3 de la méthodologie de développement en Design Science, il est à présent venu le temps d'aborder les activités 4 et 5 de cette méthodologie. L'activité 4 traite de la démonstration de l'artéfact, en soi ces activités ont eu lieu physiquement en laboratoire et on ne peut que rapporter ce qui s'est produit. Ce chapitre couvrira donc cette activité avec l'activité 5 qui concerne l'évaluation de l'artéfact.

Une évaluation de l'artéfact a eu lieu à chacune des itérations. Un total de 5 itérations de l'artéfact ont donc été évaluées auprès d'utilisateurs finaux, tel que défini dans la section méthodologie. Une évaluation avec un groupe dit groupe contrôle a également eu lieu afin de comparer la situation avec la présence de l'artéfact à celle sans celui-ci. Les données collectées d'une version de l'artéfact à l'autre sont sensiblement les mêmes à quelques exceptions près. Les données collectées auprès du groupe contrôle se concentrent principalement sur la mesure de la connaissance de ceux-ci.

La première section dressera d'abord un portrait sur l'échantillon de participants ayant fait l'objet de l'expérimentation.

5.1 Profil des participants

Avant de passer à une analyse poussée des différentes mesures prises lors de l'expérimentation, il serait intéressant de voir quel type de population en a fait partie. À cet effet, le tableau 5.1 présente le profil démographique des participants des différentes itérations et du groupe contrôle. L'annexe 16 (page 224) présente ce tableau avec un peu plus de précisions par rapport aux catégories qui ont été agrégées dans le tableau 5.1 ainsi que les valeurs numériques.

Tableau 5.1 : Profil démographique des participants aux expérimentations – par expérimentation, en pourcentages

Catégorie		1 n = 4	2 n = 7	3 n = 6	4 n = 6	5 n = 6	1-5 n = 29	Con. n = 9	Total n = 38
		%	%	%	%	%	%	%	%
Âge des participants	18 à 24 ans	75,0	71,4	66,7	50,0	83,3	65,5	22,2	55,3
	25 à 34 ans	25,0	28,6	16,7	28,6	33,3	27,6	44,4	31,6
	35 à 49 ans	0	0	16,7	16,7	0	6,9	33,3	13,2
Genre	Femme	100,0	42,9	33,3	83,3	50,0	55,2	55,6	55,3
	Homme	0	57,1	66,7	16,7	50,0	44,8	44,4	44,7
Niveau d'études	M. Sc.	75,0	42,9	16,7	0	83,3	37,9	22,2	34,2
	B.A.A. / bacc.	25,0	42,9	66,7	50,0	33,3	44,8	44,4	44,7
	Autre	0	14,3	16,7	50,0	0	17,2	33,3	21,1
Domaine d'étude	Gestion – TI	75,0	71,4	16,7	16,7	33,3	41,4	11,1	34,2
	Gestion – autre	25,0	28,6	66,7	83,3	50,0	51,7	55,6	52,6
	Autre programme	0	0	16,7	0	16,7	6,9	33,3	13,2

Ce qu'il est possible de constater, c'est qu'une bonne partie des participants proviennent de différents programmes offerts par HEC Montréal et qu'au moins le tiers de ceux-ci sont des étudiants d'un des programmes en TI. Ces derniers sont plus présents dans les 2 premières itérations ainsi que la 5^e et presque absents du groupe contrôle. La variété change également d'un groupe expérimental à un autre. Ce qu'il faut comprendre, c'est que le développement et la démonstration de l'artéfact ne se sont pas faits sur un seul mois, mais sur plus de 7 mois en réalité. Ainsi, au début de l'été (itérations 1 et 2), il est possible d'avoir accès à des étudiants effectuant leurs cours d'été, puis le reste de l'été se compose essentiellement d'étudiants aux

cycles supérieurs (itérations 2 et 3). La rentrée des classes emmène une plus grande variété d'étudiants (itérations 4, 5 et contrôle).

Avant de poursuivre, il serait également intéressant de comparer les résultats des tests de connaissances en GDM en pré-expérimentation de chacun des groupes afin d'être en mesure de nuancer tout écart d'un groupe sur d'autres mesures. L'instrument qui comportait la mesure de 3 variables est le seul qui pourrait rendre un groupe distinct d'un autre. En se référant au tableau 3.2 sur les différentes mesures incluses dans chacun des questionnaires (page 61), il est possible de constater que seul l'instrument sur la connaissance a été employé. Celui-ci incluait 3 mesures de conditions préexistantes chez les participants, soit la connaissance de GDM, l'exactitude de leur connaissance et la certitude quant à leur connaissance. L'annexe 18 (page 226) présente les différentes valeurs de p-valeur qui vérifient l'hypothèse que la connaissance pré-expérimentation soit similaire entre différents groupes de participants.

Le test Mann-Whitney, qui est un test non paramétrique, permet de comparer des échantillons de petite taille qui sont indépendants, ce qui, comme le lecteur peut le remarquer, est largement le cas dans cette évaluation de l'artéfact avec des groupes variant en 4 et 7 participants pour les différentes itérations et de 9 participants pour le groupe contrôle (Baudot, 2016; Hart, 2001). On pourrait extrapoler les résultats de ce test afin de conclure que deux groupes ne font ainsi pas partie d'une même population.

Comme on le constate avec les résultats de l'annexe 18 (page 226), il faut rejeter l'hypothèse que le niveau de connaissance pré-expérimentation soit similaire entre l'itération 1 et tous les autres groupes, ainsi qu'entre l'itération 4 et 5. Pour illustrer, le tableau 5.2 présente les moyennes des différentes variables mesurées.

Tableau 5.2 : Moyennes des variables pré-expérimentation²⁶

	Échelle	con	1	2	3	4	5	TI	NonTI	Non-con	Total
n		9	4	7	6	5	6	13	24	28	37
Kpré	5	3,34	3,95	3,36	3,48	3,34	3,62	3,47	3,48	3,52	3,48
KpréExact	1	0,60	0,80	0,61	0,63	0,62	0,68	0,62	0,66	0,66	0,65
KpréCert	1	0,30	0,50	0,30	0,35	0,22	0,38	0,42	0,28	0,34	0,33

Dans le premier cas mentionné, sur l'écart entre l'itération 1 et les autres groupes, cela signifie que la note supérieure obtenue par les de 3,95 sur 5 n'est pas similaire à celles des autres itérations. En se rappelant de quelle population compose l'itération 1, celle-ci peut avoir eu un effet. L'exactitude des réponses de l'itération 1 est évidemment meilleure et leur certitude est également la plus élevée. De façon générale, il faut considérer qu'il s'agit du plus petit groupe qui peut ainsi avoir regroupé des gens assez forts dans les concepts de GDM qu'on ne considèrera pas provenir de la même population que les autres participants. Cela signifie aussi que l'instrument de mesure leur est plus limitatif, il ne leur sera pas possible d'améliorer leur connaissance davantage que les autres groupes.

De façon générale, en ce qui concerne les différences entre la population TI et celle n'étant pas en TI, on retrouve peu de différences pour ce qui est du résultat global (Kpré : 3,47 versus 3,48). Là où l'on constate une différence importante, c'est dans leur niveau de certitude quant aux choix de réponse sélectionnés : les gens du domaine des TI sont davantage sûrs de leur réponse. En ayant une note similaire et une exactitude légèrement inférieure, cela signifie que lorsqu'ils identifiaient une bonne réponse, qu'ils étaient sûrs de leur réponse. Cette démonstration d'assurance peut provenir du fait que la GDM comporte tout de même des concepts compris par les analystes d'affaires, alors que quelqu'un ne provenant pas du domaine TI peut déduire à partir de ses connaissances, mais ne fera pas nécessairement preuve d'assurance.

Dans le deuxième cas mentionné, entre l'itération 4 et 5, on remarque également des différences de composition des groupes. Il y a davantage de gens en TI et / ou à la maîtrise dans l'itération 5, ce qui pourrait expliquer leur performance supérieure.

²⁶ L'Annexe 17 (page 225) contient l'ensemble des moyennes des différentes variables

Comme énoncé, cette brève analyse avait pour but de dresser un portrait de l'état initial afin de savoir ce qu'il est possible de comparer et ce qu'il n'est pas possible de comparer. L'itération 1 est un exemple éloquent d'un groupe avec lequel il faut nuancer les résultats obtenus. La section qui suit s'attardera également sur l'analyse de la connaissance des participants en passant en revue chacune des questions une à une en faisant abstraction des différentes itérations, ce qui permettra du même coup d'effectuer une évaluation de l'instrument. La section qui la suivra couvrira davantage les résultats globaux de chacune des itérations, comme on a pu les voir dans cette section-ci.

5.2 Connaissance en gestion des données maîtres

Comme mentionné précédemment, l'instrument employé pour tester la connaissance en GDM a été élaboré et utilisé sans avoir pu être validé auprès d'un large groupe au préalable.

L'instrument se veut comme contenant des questions qui permettraient de discriminer le niveau de connaissances des étudiants et puisque dans le cadre de l'étude ceux-ci ne proviennent pas toujours d'un domaine près des TI, il s'avère normal que les participants ne réussissent pas toutes les questions qui leur sont proposées.

L'étude de Potvin, Skelling-Desmeules et Ousmane (2015) a analysé un outil de diagnostic similaire en catégorisant les questions en 3 catégories : (1) les questions où les participants avaient potentiellement une « méprise courante » (« potential misconceptual answers »), (2) les questions auxquelles les participants manquent de connaissances et auxquelles elles n'ont pas répondues et (3) les questions où les participants répondent généralement correctement.

Dans leur étude (Potvin et al., 2015), dans la première catégorie (catégorie 1), les réponses fautives sont celles où leur réponse était *incorrecte* (que leur réponse soit certaine ou incertaine), donc la moitié de droite du tableau. Dans la seconde catégorie (catégorie 2), on considère le cas où les gens ont la réponse correcte tout en étant certains. Dans la dernière catégorie, ce qui est mis en valeur s'applique peu à l'instrument développé puisque la forte majorité des participants ont répondu à toutes les questions de connaissances à l'exception d'une personne qui n'a pas répondu à une question. Cela est renforcé par le fait que, contrairement à l'étude de Potvin et al. (2015), le questionnaire n'offrait pas la possibilité de répondre quelque chose qui indique que le participant ignorait la réponse à la question. Dans l'ensemble, l'étude utilisait un seul arbitraire de

33 % (1/3) pour examiner ces 3 types de questions, le changer influencerait assez peu dans notre cas notre analyse de la situation.

Dans l'instrument de mesure de la connaissance en GDM, contrairement à ce qui a été réalisé dans Potvin et al. (2015), il y a deux périodes de mesure de la connaissance, avant et après expérimentation, et la catégorisation selon la période affecte l'interprétation qui en sera faite. La prochaine section visualisera donc les données avant l'expérimentation, la suivante traitant des données après l'expérimentation.

5.2.1 Questionnaire pré-expérimentation

Le tableau 5.3 reprend les réponses pré-expérimentation des participants qui sont catégorisées selon leur réponse sur l'échelle Likert à 4 points qui a été utilisée afin de répondre aux questions vraies ou fausses. L'échelle mesure donc la certitude du répondant en sa réponse. Les valeurs numériques représentent le nombre de participants ayant mis cette réponse et la valeur suivante le pourcentage associé à cette réponse.

Tableau 5.3 : Distribution des réponses dans les différents types de réponses, pré-expérimentation, tous les participants²⁷

Question	Réponse	Correcte et certain		Correcte et incertain		Incorrecte et incertain		Incorrecte et certain	
Q1	V	10	27,0 %	17	45,9 %	9	24,3 %	1	2,7 %
Q2	F	13	35,1 %	13	35,1 %	9	24,3 %	2	5,4 %
Q3	F	15	40,5 %	11	29,7 %	9	24,3 %	2	5,4 %
Q4	V	11	29,7 %	16	43,2 %	7	18,9 %	3	8,1 %
Q5	F	0	-	5	13,5 %	23	62,2 %	9	24,3 %
Q6	V	6	16,2 %	22	59,5 %	8	21,6 %	1	2,7 %
Q7	V	20	54,1 %	15	40,5 %	0	-	2	5,4 %
Q8	F	2	5,4 %	20	54,1 %	15	40,5 %	0	-
Q9	V	17	45,9 %	18	48,6 %	2	5,4 %	0	-
Q10	F	2	5,4 %	6	16,2 %	22	59,5 %	7	18,9 %
Somme		95	25,7 %	143	38,8 %	104	28,2 %	27	7,3 %

n = 37 pour l'ensemble des questions

Comme précisé, le tableau 5.3 comprend tous les participants à l'étude, tous groupes confondus. De l'annexe 19 (page 227) et l'annexe 21 (page 229), il est possible de consulter les données détaillées segmentées en 5 groupes différents : tous les participants ($K_{pré}$), les participants du groupe contrôle ($K_{pré-con}$), les participants ne faisant pas partie du groupe contrôle, mais plutôt dans le groupe expérimental ($K_{pré-nonC}$), les participants étudiant en TI ($K_{pré-TI}$) et finalement les participants n'étudiant pas en TI ($K_{pré-nonTI}$). Ces groupes ne sont pas tous mutuellement exclusifs.

D'autres sous-groupes d'analyse ont pu être envisagés, mais comportaient trop peu de réponses pour être significatifs avec cette analyse, des analyses sur l'ensemble des questions, mais avec de plus petits groupes (par itération), seront effectuées dans la section 5.3 qui suit.

²⁷ Les réponses des participants ont été ajustées sur une nouvelle échelle qui tient compte du fait que les réponses à certaines questions sont vraies ou fausses

Les sections qui suivent discuteront des catégories 1 et 2, appliquées au questionnaire en GDM pour chacun des groupes identifiés.

Catégorie 1 : Questions ayant potentiellement une méprise courante

Pour rappel, les réponses fautives sont celles qui sont considérées comme *incorrectes*. Le tableau 5.4 présente l'échantillon de questions qui répondaient à ce critère, en atteignant le seuil de 33 %.

Tableau 5.4 : Pourcentage des réponses étant incorrectes (catégorie 1), pré-expérimentation, par groupe

Question	Réponse	$K_{pré}$	$K_{pré-con}$	$K_{pré-nonC}$	$K_{pré-TI}$	$K_{pré-nonTI}$
n	-	37	9	28	13	24
5	F	86,5 %	88,9 %	85,7 %	100,0 %	79,2 %
10	F	78,4 %	100,0 %	71,4 %	76,9 %	79,2 %
8	F	40,5 %	33,3 %	42,9 %	53,8 %	33,3 %
2	F	29,7 %	33,3 %	28,6 %	23,1 %	33,3 %
3	F	29,7 %	33,3 %	28,6 %	30,8 %	29,2 %
1	V	27,0 %	33,3 %	25,0 %	15,4 %	33,3 %
4	V	27,0 %	33,3 %	25,0 %	30,8 %	25,0 %
6	V	24,3 %	11,1 %	28,6 %	38,5 %	16,7 %
7	V	5,4 %	11,1 %	3,6 %	7,7 %	4,2 %
9	V	5,4 %	22,2 %	0	0	8,3 %

Les valeurs en surbrillance sont celles qui remplissent le critère afin d'appartenir à la catégorie 1, les questions ont été triées de la moins bien réussie à la plus réussie selon le groupe $K_{pré}$.

La segmentation en différents groupes permet de mettre en évidence que chacun des groupes a certaines distinctions qu'une simple analyse de l'ensemble ($K_{pré}$) n'aurait pas mis en évidence, l'ensemble n'ayant fait preuve de méprise qu'avec 3 questions.

En débutant avec les questions de l'ensemble des participants, on obtient 3 questions qui font nettement preuve d'une méprise courante. Ces 3 questions étant la question 5, la question 8 ainsi que la question 10. Ces questions affectent tous les groupes. La **question 5** sur la distance de Levenshtein semble plausible à première vue, pour des participants qui n'ont pas cette connaissance technique particulière. Il n'est donc pas étonnant qu'elle soit particulièrement très ratée dans ce contexte. Si l'énoncé avait été vrai, probablement que la majorité des gens auraient aussi répondu la même réponse que dans notre cas, où l'énoncé était faux.

On observe également ce phénomène avec la **question 8** et la **question 10**, où la réponse est fautive et où les participants, ne semblant pas connaître la solution correcte, répondent en grande partie par « vrai ». Ces deux questions couvrent les erreurs de type 1 et 2 et utilisent des termes qui sont en général peu compris par les participants (c.-à-d. *faux positif*). Les participants du groupe contrôle ont fait remarquer ne pas connaître ces termes ou alors ne plus se souvenir lequel est associé au bon contexte. Les participants du groupe expérimental ne recevaient pas nécessairement davantage d'informations à ce sujet, il ne sera donc pas surprenant que ces questions ne soient pas mieux réussies en post-expérimentation.

Le groupe contrôle ($K_{pré-con}$) a 4 questions supplémentaires où leur réponse fait preuve de méprise, versus le groupe expérimental ($K_{pré-nonC}$), soit les questions 1 à 4. Cela peut laisser penser que ceux-ci sont différents, mais en réalité le groupe contrôle est plus petit que le groupe expérimental et n'est pas très éloigné du critère non plus dans certains de ces cas.

En ce qui concerne le groupe des gens en TI de tous niveaux confondus ($K_{pré-TI}$), on constate que la **question 6** semble avoir posé problème. Reprenons donc cette question :

Question 6. À l'étape de localisation des données, où l'on tente de comprendre où l'information sur les données maîtres réside, on retrouve principalement l'ensemble des données dans les systèmes établi et des informations cruciales dans les systèmes parallèles, les chiffriers de type Excel et les différents documents. (Réponse : vrai)

Si cette question a été un peu plus ratée que dans les autres groupes, peut-être que cela s'explique par le fait que la plupart des termes employés dans la phrase ont une résonance qui diffère des gens qui ne sont pas en TI. Peut-être également que si un concept important est manquant, la question a été perçue comme un piège par le participant.

Cette analyse des questions fautives permet de comprendre que si les participants doivent obligatoirement répondre par « vrai » ou par « faux » et que la question utilise des notions qui leur sont méconnues, ils auront tendance à considérer l'énoncé comme étant vrai si celui-ci semble crédible. Ces questions constituent donc de bonnes questions qui peuvent permettre d'éveiller la curiosité du participant qui aurait raté ces questions, de plus elles sont assez courtes et concises.

Catégorie 2: Questions où les gens répondent généralement correctement

Pour rappel, le cas 3 est constitué des questions où un minimum de 33 % des gens a répondu de façon « correcte et certain[e] », ce qui indique généralement des questions très bien réussies. Le tableau 5.5 présente l'échantillon des questions qui ont répondu à ce critère.

Tableau 5.5: Pourcentage des réponses étant correctes et certaines (catégorie 2), pré-expérimentation, par groupe

Question	Réponse	$K_{pré}$	$K_{pré-con}$	$K_{pré-nonC}$	$K_{pré-TI}$	$K_{pré-nonTI}$
n	-	37	9	28	13	24
7	V	54,1	55,6	53,6	61,5	50,0
9	V	45,9	33,3	50,0	53,8	41,7
3	F	40,5	22,2	46,4	46,2	37,5
2	F	35,1	22,2	39,3	53,8	25,0
4	V	29,7	44,4	25,0	23,1	33,3
1	V	27,0	11,1	32,1	46,2	16,7
6	V	16,2	22,2	14,3	15,4	16,7
8	F	5,4	11,1	3,6	7,7	4,2
10	F	5,4	0	7,1	15,4	0
5	F	0	0	0	0	0

Les valeurs en surbrillance sont celles qui remplissent le critère afin d'appartenir à la catégorie 2, les questions ont été triées de la plus réussie à la moins bien réussie selon le groupe Kpré.

Les questions bien réussies sont en soi des questions faciles, en effet, sans rien avoir appris, les participants parviennent très bien à y répondre. Le fait qu'elles soient faciles n'est pas un défaut en soi, les répondants doivent pouvoir faire face à des questions faciles pour ne pas les décourager. Elles permettent également de discriminer les participants qui pourraient posséder des lacunes, considérant que dans plusieurs cas, la majorité des gens connaissent la réponse. Toutefois, ce type de question ne devrait pas représenter la majorité des questions.

En débutant par l'analyse de l'ensemble de répondants ($K_{pré}$), les **questions 7, 9 et 2** sont donc des questions faciles, soit par le niveau d'exigence demandé ou simplement par leur formulation.

La présence d'une question comme la **question 3** surprend, puisqu'il s'agit d'une question tout de même technique où les participants étaient certains de leur réponse :

Question 3. Une clé de blocage (« blocking key ») définie sur un certain champ (« Surname » par exemple), groupera les enregistrements ayant la même valeur sur ce champ, et ce afin d'effectuer une comparaison entre ceux-ci après l'indexation des enregistrements. Cela permet de diminuer le temps de traitement d'une analyse entre 2 fichiers de données car on comparera que des enregistrements similaires.

Dans l'exemple suivant, si l'on utilise la clé de blocage « Sndx-SN » (voir graphique ci-dessus)²⁸, les noms « smith », « smithers », « sandy » et « santi » seront regroupés dans un même bloc car ils ont la même valeur de clé de blocage. (Réponse : faux)

Cela indique donc que même si les termes techniques leur sont inconnus, les participants déduisent correctement de l'information du contexte, donc qu'ils apprennent en répondant à la question.

Le groupe des gens en TI ($K_{pré-TI}$) se distingue quant à lui avec la **question 1** :

Question 1. Concilier de l'information sur un client, dont l'information est répartie au sein de plusieurs systèmes d'information (ou bases de données), est une tâche plutôt ardue à accomplir. (Réponse : vrai)

Cette réussite n'est pas tant étonnante, puisqu'elle réfère à la justification même du rôle de l'analyste d'affaires au sein d'une entreprise et de ce qu'on apprend dans la spécialisation en TI.

De façon générale, on considèrera qu'il n'est pas nécessairement utile de consacrer davantage de temps sur ces sujets, puisque les participants semblent les avoir compris avec aisance.

5.2.2 Questionnaire post-expérimentation

Pour la partie post-expérimentation, on retrouve encore des questions qui sont dans la catégorie 1 et la catégorie 2. Consulter l'annexe 20 à cet effet pour le tableau détaillé, page 228 et l'annexe 22 à la page 230. Toutefois, contrairement à la partie pré-expérimentation, le fait qu'une réponse se situe dans les catégories 1 ou 2 implique davantage, puisqu'une phase d'apprentissage a eu lieu. Si l'on souhaite en connaître l'effet, il est plus intéressant d'observer les changements qui ont eu lieu. C'est ce à quoi on s'intéressera donc dans cette section.

En post-expérimentation, on fait face à plusieurs situations par rapport aux résultats obtenus en pré-expérimentation, qui sont résumées par la figure 5.1. On y retrouve donc 9 situations potentielles qui seront expliquées une par une dans la matrice qui suit.

²⁸ Consulter l'annexe 6, à la page 195 afin de visualiser le graphique mentionné dans la question.

Figure 5.1 : Situations possibles entre pré-expérimentation et post-expérimentation

		Post-expérimentation		
		Catégorie 1 (<i>méprise</i>)	Catégorie 2 (<i>bon et certain</i>)	Non catégorisé (<i>bon et incertain</i>)
Pré-expérimentation	Catégorie 1 (<i>méprise</i>)	L'activité d'apprentissage n'a pas contribué à éclaircir cette question	L'activité d'apprentissage a contribué à éclaircir cette question	L'activité d'apprentissage a contribué à éclaircir cette question, mais sans certitude quant à la réponse
	Catégorie 2 (<i>bon et certain</i>)	L'activité d'apprentissage a causé une méprise sur le ou les concepts que l'apprenant connaissait	L'activité d'apprentissage a confirmé ce que l'apprenant connaissait	L'activité d'apprentissage a mis un doute quant à la certitude de l'apprenant
	Non catégorisé (<i>bon et incertain</i>)	L'activité d'apprentissage a causé une méprise sur le concept ou les concepts de la question	L'activité d'apprentissage a contribué à la certitude de ce que l'apprenant savait	L'activité d'apprentissage n'a pas eu d'effet global

Les zones en pointillés correspondent à une augmentation de la variable apprentissage alors que les zones hachurées correspondent à une diminution.

Sans ressasser chacune des cellules cas par cas, ce qui est déjà décrit généreusement dans la matrice, on comprendra qu'on souhaite évidemment généralement se retrouver dans les cas où la connaissance de l'apprenant s'est améliorée et éviter les situations où elle s'est détériorée. Dans la matrice, on retrouve également 3 cas où elle n'évolue pas, ce qui n'est pas nécessaire bon ou mauvais. Une de ces situations est celle où on demeure dans la catégorie 2, qui est préférable aux deux autres.

La figure 5.2 représente le modèle de la matrice, mais avec les différentes questions du questionnaire ainsi que les différents groupes analysés.

Figure 5.2 : Positionnement des questions dans la matrice de situations pour les groupes tous, contrôle, non contrôle, TI et non-TI.

		Post-expérimentation		
		Catégorie 1 (méprise)	Catégorie 2 (bon et certain)	Non catégorisé (bon et incertain)
Pré-expérimentation	Catégorie 1 (méprise)	$K\{8,10\}, K_{con}\{3,8,10\}, K_{nonC}\{5,8,10\}, K_{TI}\{8,10\}, K_{nonTI}\{2,3,5,8,10\}$	$K\{5\}, K_{con}\{1,2,3,4,5,8\}, K_{nonC}\{5\}, K_{TI}\{5,6\}, K_{nonTI}\{2,3,5\}$	<i>vide</i>
	Catégorie 2 (bon et certain)	$K\{3\}, K_{nonC}\{3\}, K_{TI}\{3\}, K_{nonTI}\{3\}$	$K\{2,3,7,9\}, K_{con}\{4,7,9\}, K_{nonC}\{2,3,7,9\}, K_{TI}\{1,2,3,7,9\}, K_{nonTI}\{3,4,7,9\}$	<i>vide</i>
	Non catégorisé (bon et incertain)	<i>vide</i>	$K\{1,4,6\}, K_{con}\{6\}, K_{nonC}\{1,4,6\}, K_{TI}\{4\}, K_{nonTI}\{1,6\}$	<i>vide</i>

*Certaines questions se retrouvent dans plusieurs cellules, car elles répondent à plus d'un critère.

Ce qu'on observe en analysant la matrice, c'est qu'on retrouve un certain nombre de questions qui répondent au critère de la catégorie 1 ainsi qu'à celui de la catégorie 2, et surtout en quantité plus importante qu'en pré-expérimentation. Une question se retrouve également dans l'une des situations représentant une détérioration de la connaissance, soit la question 3 (sauf pour contrôle). Mais comme on peut le visualiser dans l'annexe 24 (page 231), il faut noter que la grande majorité (8/10) des questions sont situées dans la catégorie 2 en post-expérimentation. On observe un phénomène de polarité où les participants sont soit convaincus de leur bonne réponse, ou échouent en grand nombre en répondant incorrectement.

Le groupe contrôle ayant le pourcentage de méprise le plus faible sur cette question, probablement qu'on peut établir un lien avec l'utilisation du prototype et le succès de cette question.

Les questions 8 et 10 ne se sont pas réellement améliorées en post-expérimentation, ce qui confirme que les participants n'ont pas vu ces concepts dans la vidéo formative et que l'activité ne leur a pas permis de faire des liens entre les différents concepts. Il apparaît comme tout à fait normal de ne pas constater de progrès sur ces questions.

5.3 Évaluation de la connaissance des participants

Maintenant que l'outil a été évalué et que ses forces et faiblesses sont connues, il est maintenant temps d'observer la performance individuelle de chacune des itérations, ce qui sera couvert par la présente section. Un retour sur la partie post-expérimentation sera effectué, mais en analysant maintenant chacune des itérations, ce qui n'a pas été fait dans la section précédente. À cela s'ajoutent également les différents groupes identifiés précédemment.

À cet effet, le tableau 5.6 présente les moyennes de chacun des groupes pour les variables évaluées en post-expérimentation.

Tableau 5.6 : Moyennes des variables sur la connaissance en post-expérimentation²⁹

	Échelle	con	1	2	3	4	5	TI	NonTI	Non-con	Total
n		9	4	7	6	5	6	13	24	28	37
Kpost	5	3,66	4,35	3,76	3,85	3,49	3,82	3,83	3,76	3,83	3,78
KpostExact	1	0,66	0,85	0,70	0,73	0,61	0,72	0,72	0,69	0,72	0,70
KpostCert	1	0,72	0,85	0,61	0,68	0,51	0,75	0,68	0,69	0,67	0,68
Kdelta	5	0,31	0,40	0,40	0,37	0,14	0,20	0,36	0,28	0,30	0,31
KdeltaExact	1	0,06	0,05	0,09	0,10	-0,01	0,03	0,09	0,04	0,06	0,06
KdeltaCert	1	0,42	0,35	0,31	0,33	0,29	0,37	0,25	0,41	0,33	0,35
Sig. Kpost-Kpré*	-	0,091 ^a	0,137	0,017 ^b	0,037 ^b	0,233	0,173	0,008 ^b	0,004 ^c	0,001 ^d	0,000^d

La variable *Kdelta*, *KdeltaExact* et *KdeltaCert* correspondent à l'écart entre leur équivalent respectif des variables *K* en pré-expérimentation et en post-expérimentation.

*Test unilatéral

Pour contrôle, itérations 1 à 5, il s'agit du test signé des rangs de Wilcoxon

Pour TI, non-TI, non-contrôle et l'ensemble, il s'agit du test t

^a $p \leq 0,10$, ^b $p \leq 0,05$, ^c $p \leq 0,01$, ^d $p \leq 0,001$

Pour débiter l'analyse de ces résultats, il est pertinent de connaître si la différence entre la connaissance pré-expérimentation et la connaissance post-expérimentation est significative. En effet, si tel est le cas, cela peut s'interpréter par une augmentation réelle de la connaissance suite à l'activité pédagogique. Avant même de tester si les groupes expérimentaux ont appris davantage que le groupe contrôle, il faut être en mesure de savoir s'ils ont appris tout simplement. Comme il

²⁹ L'Annexe 17 (page 225) contient l'ensemble des moyennes des différentes variables

est possible de le voir dans la ligne « Sig. Kpost-Kpré » du tableau, l'écart est significatif dans le cas du groupe contrôle, de l'itération 2, 3, les participants du domaine TI, ceux n'en faisant pas partie, ceux n'étant pas dans le groupe contrôle et pour l'ensemble des participants. Pour l'itération 1, bien que le *Kdelta* soit dans les plus forts, 4 sujets ne sont probablement pas suffisants pour en tirer quelque chose de significatif. Pour les itérations 4 et 5, leur écart est le plus faible des tous les groupes. L'itération 4 contient peu de participants du domaine des TI, ce qui explique leurs résultats plus faibles. L'itération 5 avait un score pré-expérimentation dans les plus élevés, ce qui ne leur a pas permis de s'améliorer autant que les autres groupes, ceux-ci ayant terminé avec un résultat comparable aux autres groupes, à l'exception de l'itération 1. Ce qu'il est possible de conclure, c'est que dans l'ensemble les participants ont appris suite à l'activité pédagogique, qu'ils soient du groupe contrôle ou non, qu'ils soient du domaine des TI ou non.

Un élément que cette étude tente de valider, c'est si la ludification est préférable à l'absence de ludification. Les paragraphes qui suivent passeront donc à travers de chacune des variables présentées dans le tableau 5.6 afin de repérer où des différences existent.

Pour débiter avec la variable Kpost, de façon surprenante, l'itération 1 obtient la meilleure moyenne pour leur score, avec une variation (*Kdelta*) similaire à celle des autres groupes. Pour la variable Kpost, seul l'écart entre l'itération 1 et le groupe contrôle, l'itération 2, 4 ou 5 est significatif. Ce n'est pas vraiment une surprise puisque l'itération 1 avait été identifiée comme étant un groupe fort. Il n'y a ainsi pas de différence majeure entre le groupe contrôle et les autres groupes, ou encore entre les participants du domaine des TI et les autres.

Pour la variable KpostExact, il y a encore un écart significatif entre l'itération 1 et 4 ou 5. Il y en a également un entre l'itération 3 et 4, puis entre 4 et 5. Cela s'explique probablement par le résultat de l'itération 4 qui est le plus faible. En comparant les participants, il est possible de penser au fait que le seul participant en TI a été exclu pour cette mesure, donc ce qui peut ainsi réduire la force de ce groupe. En se référant à ce que l'itération 4 a apporté de nouveau (voir figure 4.25, page 112), il y a la présence de la rétroaction lorsque l'utilisateur crée un groupe d'enregistrements. Toutefois, l'itération 5 possédait également cette fonctionnalité, il n'est donc pas possible de remettre en cause cette fonctionnalité. La seule autre condition qui a pu varier est le fait que l'itération 4 a eu lieu dans la salle multifonctionnelle au lieu de la salle de groupe employée par toutes les autres itérations. L'autre explication est qu'il s'agit d'un groupe constitué de participants différents qui n'ont pas réagi de la même façon suite à l'activité d'apprentissage.

Finalement, pour la variable KpostCert, l'itération 1 a un écart significatif avec l'itération 2 et 4. L'itération 4 a également un écart significatif avec le groupe contrôle et l'itération 5.

Au niveau des différentes variables Kdelta, la plupart des résultats sont similaires, à l'exception de KdeltaCert entre TI et non-TI qui s'explique par le fait que la certitude du groupe TI était plus élevée en pré-expérimentation et n'a pas pu augmenter autant que le groupe non TI.

Ce qu'il faut prendre en considération sur les différentes variables sur la connaissance, que ce soit en pré-expérimentation ou post-expérimentation, c'est essentiellement que les participants n'avaient pas de motivation intrinsèque à apprendre ou à performer. Peu importe la note obtenue, ceux-ci recevaient une compensation. Le constat général est qu'il n'est pas possible de conclure quant à un possible écart entre le groupe ayant appris avec ludification et le groupe sans ludification en ce qui a trait au questionnaire de connaissances en GDM. En moyenne, les participants ont amélioré leur connaissance sur la GDM.

5.4 Difficulté de la tâche (formation)

Avant d'observer les résultats sur la difficulté de la tâche, telle que perçue par le participant par rapport au contenu formatif, une évaluation de la fiabilité de la mesure a été effectuée. La fiabilité (α de Cronback) obtenue dans la présente étude est de **0,826** alors que dans celle de Gupta et Bostrom (2013), ceux-ci avaient obtenu **0,946**. La valeur obtenue dans le cadre de l'expérimentation est tout de même bonne, même si elle est inférieure à l'étude de Gupta et Bostrom (2013). Il faut noter que la fiabilité ne devient pas meilleure en retirant un des items, qui ont tous une corrélation positive entre eux³⁰. Il faut prendre en considération que les items ont été traduits et que leur traduction n'avait pas été validée au préalable. Lorsqu'une réponse pour l'un des items était manquante, ce qui est arrivé dans l'un des questionnaires, la moyenne a été calculée à partir des autres items.

Le tableau 5.7 présente les différentes moyennes de difficulté de la tâche pour chacun des différents groupes :

³⁰ Il est possible de consulter les matrices de corrélation entre items et les statistiques des items dans l'annexe 25 (page 232).

Tableau 5.7 : Moyennes par itérations et par groupes de la variable « Diff », difficulté de la tâche

	Échelle	con	1	2	3	4	5	TI	NonTI	Non-con	Total
n		9	4	7	6	6	6	14	24	29	38
Diff	7	3,94	2,00	4,36	3,58	4,38	3,92	3,54	3,99	3,78	3,82

Plus la moyenne est élevée, plus la tâche a été jugée difficile

Ce qu'il est possible de remarquer, c'est que le seul cas où il y a une différence, c'est entre l'itération 1 et tous les autres groupes. L'itération 1 a définitivement trouvé la tâche plus facile que les autres, ce qui confirme qu'il s'agit d'un groupe distinct, en plus d'avoir appris davantage.

L'écart entre les groupes TI et non TI est près d'être significatif, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la tâche a un lien avec le cursus TI. Pour les autres groupes, malheureusement il n'est pas possible de conclure quant aux écarts de moyennes qu'on a pu voir.

Finalement, la tâche semble être dans un juste milieu avec une moyenne générale de 3,82, ce qui est sous la valeur centrale. L'activité en général n'est pas jugée trop difficile par les participants. Ici encore, il n'est donc pas possible de conclure sur une différence entre le groupe avec ludification et le groupe sans ludification.

5.5 Satisfaction du processus d'apprentissage

La satisfaction du processus d'apprentissage a été mesurée à l'aide de 5 items. Pour cette variable, la fiabilité de l'instrument a également été mesurée. Dans le cadre de la présente étude, elle s'est avérée être de **0,905**, alors que dans la littérature, Gupta et Bostrom (2013) rapportent de **0,796** à **0,860**, Chin, Gopal et Salisbury (1997) rapportent **0,82**. L'excellente fiabilité indique que la traduction effectuée n'a pas posé de biais de traduction. La fiabilité serait supérieure si l'item 4, le seul inversé, était retiré, avec une valeur de **0,913**.

Le tableau 5.8 présente les moyennes des différents groupes pour la variable de satisfaction par rapport au processus d'apprentissage :

Tableau 5.8 : Moyennes par itérations et par groupes de la variable « Satis », satisfaction par rapport au processus d'apprentissage

	Base	con	1	2	3	4	5	TI	NonTI	Non-con	Total
n		9	4	7	6	6	6	14	24	29	38
Satis	7	5,11	6,00	5,20	4,30	5,23	4,67	5,21	4,94	5,02	5,04

Plus la valeur est élevée, plus les participants sont satisfaits par rapport à leur processus d'apprentissage.

Encore une fois, l'écart est significatif entre l'itération 1 (la plus satisfaite) et le groupe contrôle, l'itération 2, 3 et 5. Les différences ne sont donc pas concluantes pour les autres groupes.

De façon générale, les moyennes se situent entre 4,30 et 6,00 et 63,2 % des réponses sont entre 5 et plus, ce qui est assez positif. Le centre de l'échelle étant 4 et la moyenne globale étant de 5,04, celle du groupe expérimental de 5,02, l'impression générale est positive. Tous les participants ont été en contact avec du matériel pédagogique, dont la majorité l'artéfact également, développé expressément pour l'apprentissage de la GDM. Toutefois, il n'est pas possible de conclure pour cette mesure à propos d'une différence entre le groupe avec ludification et le groupe sans ludification.

5.6 Sentiment d'auto-efficacité

Le sentiment d'auto-efficacité est la dernière variable sur l'apprentissage qui a été mesurée. Dans notre cas, celle-ci est également liée à l'outil qui a été employé, qui devrait avoir un effet sur la mesure. La fiabilité de cette variable dans le cadre de cette étude a été de **0,868**. De leur côté, Gupta et Bostrom (2013) rapportent entre **0,714** et **0,815** dans leur étude et celle de Hollenbeck (1987) est de **0,89**. Ici encore, la fiabilité de la mesure équivaut à celle des autres études, malgré la traduction. Dans le cadre de l'étude, elle ne serait pas non plus supérieure en retirant l'un des items.

Le tableau qui suit présente les moyennes pour les différents groupes de la variable d'auto-efficacité.

Tableau 5.9 : Moyennes par itérations et par groupes de la variable « SE », sentiment d'auto-efficacité

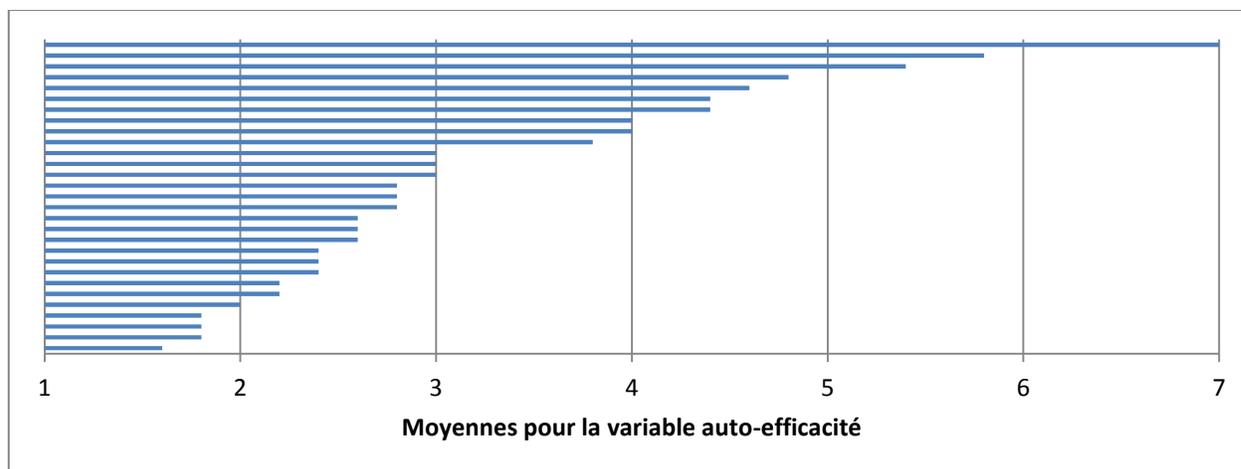
	Base	1	2	3	4	5	TI	NonTI	Total
n		4	7	6	6	6	14	24	29
SE	7	5,10	2,83	2,53	3,13	3,30	3,58	2,96	3,24

Plus la moyenne est élevée, plus le sentiment d'auto-efficacité est élevé. L'auto-efficacité n'a pas été mesurée pour le groupe contrôle puisqu'il n'a pas employé l'artéfact.

Pour deux participants, la réponse à un des items étant manquante, la moyenne a été faite à partir de leurs autres réponses pour la mesure.

Encore une fois, l'itération 1 se distingue de tous les autres groupes avec un sentiment d'auto-efficacité qui est tout de même très élevé et dont la différence est statistiquement significative. Il n'est alors pas possible de tirer d'autres conclusions sur des écarts entre les différents groupes et quant à une condition qui serait plus favorable. Il faut noter que l'itération 1 a utilisé la version la moins complète de l'outil.

La moyenne globale de 3,24 se trouve sous la valeur centrale et la plupart des participants ont eu l'impression de ne pas maîtriser l'outil. La figure 5.3 ci-dessous permet de constater cette distribution des réponses sous la valeur centrale.

Figure 5.3 : Distribution des moyennes de chacun des participants pour la variable auto-efficacité

Il est possible de constater que la plupart des répondants ont même répondu sous 3. L'explication qui est plausible est probablement le fait que les participants n'avaient jamais mis les mains sur l'artéfact auparavant et l'ont testé un maximum de 45 minutes. Cela peut leur donner

l'impression, en considérant le stress d'effectuer la tâche, qu'ils n'ont pas nécessairement eu le temps de tout comprendre ou tout explorer. Les résultats de l'échelle SUS devraient pouvoir apporter un éclairage sur cette éventualité.

Le groupe contrôle n'ayant pas fait l'objet de cette mesure, aucune différence ne peut être mesurée avec le groupe expérimental.

5.7 SUS

Fiabilité

Le questionnaire incluait l'échelle d'utilisabilité du système (SUS) qui, comme les autres mesures, a fait l'objet d'une validation. Toutefois, comme il est possible de le constater dans le tableau 5.10, la traduction du questionnaire s'est avérée être problématique.

Tableau 5.10 : Différentes situations pour la mesure de la fiabilité de SUS

SUS	SUS item 2 non inversé	SUS sans l'item 2	SUS item 2 non inversé et sans l'item 6	SUS item 2 non inversé et sans l'item 10	(Lewis & Sauro, 2009)
0,630	0,802	0,770	0,811	0,824	0,92

Ce qu'il est possible de voir, c'est que dans la traduction, l'item 2 a été inversé :

Original : « I found the system unnecessarily complex (Brooke, 1996) »

Traduction : Je ne trouve pas que ce (*nom du produit ou service*) est particulièrement complexe (Larue, 2009)

Lorsque la liste des items a été revue, cela n'avait pas immédiatement été remarqué, mais avec la mesure de la fiabilité, il a été possible de s'apercevoir que l'item était inversé puisqu'il avait une corrélation inverse avec les autres items. Larue (2009) et Scapin et al. (1999) ont été consultés à nouveau afin de vérifier s'ils mentionnent l'insertion de cette anomalie au questionnaire, ce qui n'est malheureusement pas le cas. Leur méthodologie fournit les mêmes consignes pour traiter les différents items que la version anglaise. Il s'agit sans doute d'une erreur qui est passée inaperçue. Toutefois, la valeur de SUS sans l'item 2 montre que cet item contribue réellement à la mesure de la valeur et qu'il peut être incorporé malgré l'erreur de traduction. Évidemment, les valeurs SUS ont été corrigées afin de prendre en compte cette anomalie.

Les items 6 et 10 semblent aussi poser problème. Commençons par revoir l’item 6 :

Original : « I thought there was too much inconsistency in this system »

Traduction : J'ai trouvé qu'il y avait trop d'inconsistances dans le (*nom du produit ou service*)

Ce qu'il est possible de constater, c'est l'emploi du mot « inconsistances ». L'usage du mot « incohérences » semble plus adéquat pour un public francophone, d'autant plus qu'en français ce mot n'est pas employé dans ce contexte³¹. Malgré tout, aucun participant n'a fait de remarques à propos du mot « inconsistances » lors de la complétion du questionnaire.

Pour l'item 10, il ne semble pas y avoir d'erreurs de traduction évidente, il serait possible de considérer le fait que les items 4 et 10 ont été démontrés comme étant liés à l'apprentissage dans Lewis et Sauro (2009), ce qui expliquerait la légère divergence de la question. Compte tenu des différentes erreurs constatées, une version corrigée a été suggérée en annexe 26 (page 234) pour tout chercheur qui souhaiterait également utiliser cet instrument.

Résultats par itération

Maintenant que tous les défauts ont été soulevés, il est possible de constater les résultats obtenus avec l'artéfact à l'aide du tableau 5.11 :

Tableau 5.11 : Moyennes par itérations et par groupes de la variable « SUS » et « adjectif SUS »

		échelle	1	2	3	4	5	TI	NonTI	Non-con	Total
n			4	7	6	6	6	14	24	29	38
SUS	100		70,00	60,00	51,25	63,75	62,92	63,85	58,59	60,95	60,95
SUSadj	7		4,50	4,29	3,50	4,83	4,00	4,31	4,13	4,21	4,21
			Acceptable – Bien	Acceptable – Bien	Mauvaise – Acceptable	Acceptable – Bien	Acceptable	Acceptable – Bien	Acceptable – Bien	Acceptable – Bien	Acceptable – Bien

³¹ Consulter le site de l'OQLF pour voir l'usage francophone du mot : http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=3285933

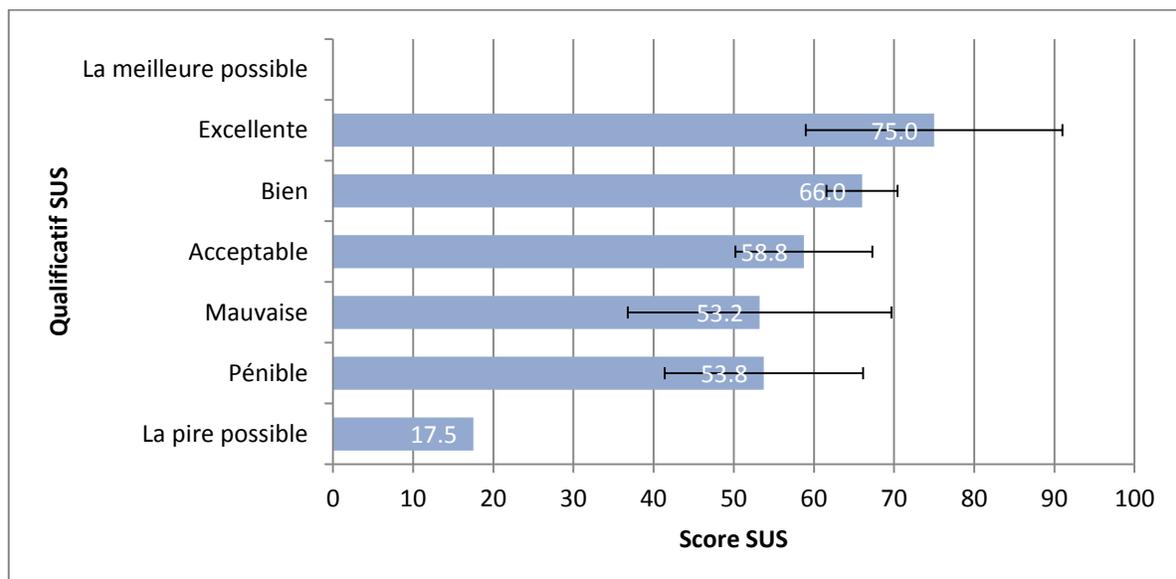
Les qualificatifs associés à une moyenne apparaissent sous la moyenne. Lorsque la moyenne se trouve entre deux qualificatifs, celui dont elle est le plus près a été mis en gras.

Le score SUS de chaque version de l'artéfact varie entre 51,25 et 70,00. En ignorant la valeur extrême donnée par l'itération 1, le score SUS devient plus restreint, soit entre 51,25 et 63,85. En se référant à la figure 3.4 (page 70), ces valeurs se retrouvent vers le qualificatif « Acceptable » (« OK »), la note D et la valeur d'acceptabilité d'« Acceptable », tout en étant vers la limite inférieure. Ce qu'il est possible de retenir de cette évaluation, c'est que les participants ont eu en main un produit qu'ils ont jugé incomplet pour leurs besoins.

Il est possible de penser également que certains participants étant dans des domaines loin de TI ne comprenaient pas le mot « convivialité » dans ce contexte ou l'explication fournie (« user experience »). Cela est principalement causé par le fait que le questionnaire ne s'adressait pas à l'origine à un public qui n'étudiait pas en TI.

En ce qui a trait à l'adjectif mesuré, la moyenne obtenue est de 4,21, ce qui correspond à une position entre l'adjectif « acceptable » et « bien », mais davantage dirigé vers le premier. La corrélation de Pearson entre cette échelle et le score SUS est très bonne, soit de 0,677. La figure 5.4 présente les moyennes des scores SUS pour les différents qualificatifs.

Figure 5.4 : Relation entre le qualificatif SUS et le score SUS



Adapté de Bangor et al. (2009), les données sont celles de la présente étude. Les barres d'erreur représentent l'écart-type de la moyenne calculée.

Comme il est possible de le constater, il y a peu de différences entre « mauvaise » et « pénible », ces adjectifs nécessiteraient probablement d'être revus. On peut également voir que le meilleur qualificatif, « la meilleure possible », n'a jamais été employé par l'un des participants. Toutefois, il faut considérer qu'un seul artéfact, avec différentes versions, a été évalué. Les qualificatifs ne sont donc pas nécessairement erronés, puisqu'il faudrait tester avec différents types d'artéfact, certains mauvais et d'autres excellents.

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'avec cette bonne corrélation, la convivialité de l'artéfact peut être qualifiée d'« acceptable » ou « bien », ce qui est tout à fait adéquat pour un prototype de jeu sérieux tel que l'artéfact.

5.8 Corrélations

Avec la prise en compte de toutes ces mesures, il y a lieu de se questionner sur l'existence de relations entre elles. Le tableau 5.12 présente donc à cet effet les différents indices de corrélation entre plusieurs variables testées.

Tableau 5.12 : Matrice de corrélations entre le score SUS, l'adjectif SUS, la satisfaction, l'auto-efficacité et la difficulté

		SUS	SUSadj	Satis	SE	Diff
SUS	Corrélation		0,677 ^d	0,675 ^d	0,457 ^b	-0,345 ^a
	Sig.		0,000	0,000	0,013	0,067
SUSadj	Corrélation	0,677 ^d		0,616 ^d	0,456 ^b	0,066
	Sig.	0,000		0,000	0,013	0,732
Satis	Corrélation	0,675 ^d	0,616 ^d		,557 ^c	-0,205
	Sig.	0,000	0,000		0,002	0,216
SE	Corrélation	0,457 ^b	0,456 ^b	0,557 ^c		-0,349
	Sig.	0,013	0,013	0,002		0,064
Diff	Corrélation	-0,345 ^a	0,066	-0,205	-0,349	
	Sig.	0,067	0,732	0,216	0,064	

^a $p \leq 0,10$, ^b $p \leq 0,05$, ^c $p \leq 0,01$, ^d $p \leq 0,001$

Toutes les échelles ont été transposées sur une même échelle avant d'effectuer ce calcul de corrélation.

Ce qu'il est possible de constater, c'est qu'il y a une très bonne corrélation entre le score SUS et la satisfaction du participant par rapport au processus d'apprentissage. Tel qu'énoncé précédemment, Lewis et Sauro (2009) ont trouvé un lien entre le score SUS et l'apprentissage, cela

n'apparaît donc pas comme étant étonnant de voir une relation avec la satisfaction. Il y a également une bonne relation entre la satisfaction et l'auto-efficacité, en ce sens que plus les gens ont eu l'impression de maîtrisé l'outil, plus ils étaient satisfaits et réciproquement. Finalement, le dernier constat qu'il est intéressant de faire c'est qu'il n'est pas possible de conclure sur l'existence d'une relation entre la difficulté perçue et les autres mesures. Ainsi, la difficulté n'a pas influencé la satisfaction par rapport au processus d'apprentissage, ou le sentiment d'auto-efficacité ou le score SUS qu'ils ont attribué à l'artéfact, ce qui est un excellent constat.

C'est ce qui met fin à l'analyse des données quantitatives récoltées lors des différentes expérimentations. La section qui suit portera davantage sur les questions ouvertes qui ont été posées aux participants.

5.9 Qualités, faiblesses et pistes d'améliorations de l'artéfact

La grande majorité des participants ont rédigé des commentaires aux 4 questions ouvertes qui leur étaient posées. Chacune des réponses a été analysée afin de dresser une liste de qualités, de faiblesses et d'améliorations qui y sont liées. Une fois la liste dressée, celle-ci a été révisée en regroupant les éléments jugés similaires, puis les commentaires ont été revus afin de valider l'appartenance aux différents groupes. Il est arrivé à quelques occasions qu'une faiblesse ou une qualité se retrouve dans la réponse d'une autre question ouverte, celle-ci a alors été replacée dans la bonne catégorie.

Afin de voir ces caractéristiques, chaque itération sera passée en revue puisque les commentaires sont étroitement liés à une itération. Il faut prendre note également que les identifiants des participants ont été recodés sous la forme *{numéro d'itération}.{identifiant aléatoire}* afin de préserver leur anonymat et permettre au lecteur de comprendre les liens entre les réponses d'un participant. En effet, le code de participant utilisé sera le même.

Afin de relever les qualités de l'artéfact, les participants des différentes itérations ont répondu à la question suivante au sein du questionnaire : Quels sont les points forts du jeu auquel vous avez joué? En ce qui a trait aux éléments à améliorer, ceux-ci sont issus de l'agrégation des réponses à deux questions, soit les faiblesses de l'artéfact et les améliorations souhaitées par le participant :

- Quelles sont les plus grandes faiblesses du jeu auquel vous avez joué?
- Quelles améliorations apporteriez-vous au jeu?

Plusieurs items soulevés étaient répartis dans les deux questions, c'est ce qui a motivé leur analyse commune. Les irritants soulevés par les participants ont une grande valeur, car ils ont guidé les améliorations apportées à l'artéfact. L'agrégation de ces deux questions a fait en sorte que le nombre d'items qui en sont ressortis est évidemment plus grand. Il s'agissait donc d'une bonne stratégie de poser plus d'une question à ce sujet puisque ceux-ci ont tendance à écrire approximativement un seul item par question et dans ce cas-ci, on se retrouve avec 2 items. Cette section portera d'ailleurs davantage d'attention sur les améliorations éventuelles à incorporer puisque c'est surtout ce qui a pu guider les choix de développement. L'information sur les qualités sera tout de même présentée, mais sans faire l'objet d'une analyse plus poussée.

Finalement, l'information sera présentée sous forme de tableaux où l'ordre des lignes est le suivant : les items les plus populaires sont en premier, puis selon leur identifiant numérique d'item, puis selon l'identifiant numéro du participant. Les réponses des participants ont été révisées, c'est-à-dire que les fautes de frappe et de grammaire ont été corrigées. Les données seront présentées par itération, en débutant par la première.

5.9.1 Itération 1

Le tableau 5.13, ci-dessous, présente les différentes qualités soulevées lors de l'itération 1.

Tableau 5.13 : Qualités de l'itération 1

Qualité	Participant	Extrait du commentaire
1. Mise en valeur du choix de bouton	Participant 1.1	« Affichage : [le] bouton « coupler » est [en] vert et mis en évidence [...] »
2. Classement des enregistrements	Participant 1.1	« Les items étaient en ordre alphabétique. »
3. Bonne lisibilité du texte	Participant 1.1	« [...] caractères assez grands. »
4. Simple, facile d'utilisation, facile à apprendre	Participant 1.3	« Facile d'utilisation, facile d'apprentissage. Efficace »
5. Exercice qui a une utilité afin de comprendre les implications de la GDM	Participant 1.4	« Bon exercice d'apprentissage quant à la gestion des données maîtres. Il conscientise efficacement pour la difficulté de la tâche. »

L'itération 1 est probablement celle où les participants ont soulevé le moins de qualités, ce qui s'explique par le fait qu'ils soient moins nombreux, en plus du fait que le participant 1.2 s'est abstenu de répondre. Les commentaires du participant 1.1 est surtout sur l'interface graphique,

contrairement aux deux autres qui sont davantage sur la nature de l'activité. Ces commentaires sont généralement assez positifs, surtout celui du participant 1.4.

Si on passe maintenant aux éléments à améliorer, le tableau 5.14 montre présente ce qui a été soulevé par les participants.

Tableau 5.14 : Éléments à améliorer de l'itération 1

Qualité	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
1. Impossibilité de sélectionner plus d'un enregistrement à la fois	Participant 1.1	« On ne pouvait pas choisir plusieurs items d'un seul coup rapidement (ex: appuyer sur CTRL+↓) »	✓
	Participant 1.2	« Pouvoir faire des sélections multiples d'enregistrements »	✓
2. Difficulté à corriger une erreur commise	Participant 1.1	« Je me suis rendue compte d'une erreur et ça paraissait trop long / pas clair pour corriger »	×
3. L'échantillon de données fictives était trop volumineux	Participant 1.1	« Il y avait beaucoup d'items, c'était décourageant à la fin »	×
4. Colorer chaque groupe d'enregistrements d'une couleur distincte	Participant 1.1	« Couples avec une couleur différente à chaque fois (pour éviter la fatigue visuelle et la perte de concentration) (Quand tu choisis les items) Après chaque couplage, le fond devient d'une couleur différente du couplage précédent »	×
5. La sélection des enregistrements est difficile	Participant 1.2	« La sélection des enregistrements est pénible » <i>(Pour faciliter la sélection, en plus de la case à cocher, les cellules pouvaient également être cliquées, mais si on cliquait sur les lignes entre les cellules, ça ne fonctionnait pas)</i>	×
6. Utilisation de raccourcis clavier	Participant 1.3	« Raccourcis du clavier »	×
7. Impossibilité d'ajouter un enregistrement à un groupe existant	Participant 1.3	« Impossible de jumeler 1 entrée à un groupe déjà existant? »	×
8. Annulation de la dernière action de l'utilisateur	Participant 1.3	« Un bouton « [annuler] » »	×
9. La fusion de deux groupes n'apparaît pas	Participant 1.3	« Peut-être est-ce mon erreur, mais lorsque je voulais fusionner 2 groupes ensemble, ils n'apparaissaient pas toujours dans la liste (il semblait y avoir un délai). » <i>(En fait, en rafraîchissant la page ils apparaissaient)</i>	✓

Qualité	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
10. La présentation des 2 listes déroulantes côte à côte est inutilement complexe; Améliorer l'interface	Participant 1.4	« L'interface utilisateur est quelque peu difficile pour l'exécution de la tâche. On se perd très vite dans les fenêtres déroulantes. »	✓
11. Pouvoir visualiser la progression en direct	Participant 1.4	« Afficher les résultats en direct? »	✓
12. Pouvoir visualiser les erreurs commises	Participant 1.4	« Afficher les erreurs commises à la fin du jeu. »	×

Comme on peut le constater, la liste des éléments à corriger est plus longue que celle des qualités. Bien que certains éléments soient soulevés, ils n'ont pas toujours été pris en compte, car ils pouvaient être à l'extérieur du périmètre du projet : soit ils sont trop complexes à mettre en place pour le bénéfice retiré ou alors ils ne remplissent pas les objectifs d'apprentissage définis. Les éléments qui ont été corrigés lors d'une itération ultérieure incluent la sélection multiple d'enregistrements, la fusion de deux groupes, la présentation très chargée en filtrant les enregistrements à l'aide d'une clé de tri et la présentation de la progression du participant.

Pour illustrer un exemple d'une fonctionnalité complexe, la fonction de revenir en arrière (item 8) aurait demandé de répertorier chacune des actions de l'utilisateur et de conserver un registre de ces actions. Mais cela aurait aussi impliqué de pouvoir refaire des actions déjà effectuées qui avaient été annulées. L'autre exemple, concernant l'item 12, n'était pas tant pertinent, puisque voir les erreurs à la fin ne signifie pas que les participants ont le temps de les comprendre s'il y en a un nombre élevé. En ce qui concerne l'item 3 par exemple, il aurait été difficile de mettre moins d'enregistrements, le maximum théoriquement réalisable n'était pas connu et dans les faits, certains participants effectuaient jusqu'à 78 % de la tâche. Le but était qu'ils ne soient pas en mesure de la compléter.

5.9.2 Itération 2

Le tableau 5.15 présente les qualités soulevées dans l'itération 2.

Tableau 5.15 : Qualités de l'itération 2

Qualité	Participant	Extrait du commentaire
4. Simple, facile d'utilisation, facile à apprendre	Participant 2.2	« [...] Facilité d'apprentissage. »
	Participant 2.4	« [...] Facile à apprendre »
	Participant 2.7	« [...] je crois que le produit dans son ensemble est facile à utiliser. L'utilisateur peut rapidement comprendre quel est l'objectif du logiciel. »
5. Exercice qui a une utilité afin de comprendre les implications de la GDM	Participant 2.1	« Je vois l'utilité d'apprendre ce type de manipulation de base de données. Étant en TI et ayant eu de la difficulté à performer dans le jeu prouve que j'ai besoin de m'habituer [...] »
6. Masquage des enregistrements facile et / ou utile	Participant 2.2	« Le mode masquer est très utile »
7. La création des clés de tri facilite le travail	Participant 2.2	« Il est plus facile avec la clé de [coupler] les données par petits ensembles plutôt que de le faire pour toutes à la fois. [...] »
8. Importation simple / Bonne intégration Google Sheets	Participant 2.3	« Importation des clés de [tri] est simple et rapide. [...] »
9. Tableaux côte à côte pour comparer les données	Participant 2.3	« [...] le fait d'avoir les données des 2 pages qui se retrouvent dans 2 tableaux côte à côte pour faire le groupage. Visuellement c'est plus facile. »
10. Jeu visuel	Participant 2.6	« Visuel [...] »
11. Compréhension facile des clés de tri	Participant 2.6	« on comprend vite l'impact des clés de [tri] »

8 qualités ont été mentionnées, dont 2 qui se retrouvaient dans la précédente itération (items 4 et 5). Plusieurs sont plutôt en lien avec les fonctionnalités de l'artéfact, tel que les items 6, 7 et 8, fonctionnalités.

Le tableau 5.19 présente les éléments à améliorer pour l'itération 2, selon l'avis des participants.

Tableau 5.16 : Éléments à améliorer de l'itération 2

Élément	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
10. La présentation des 2 listes déroulantes côte à côte est inutilement complexe; Améliorer l'interface	Participant 2.6	« Faire des lignes plus fines, peu d'informations affichées sur l'écran »	x
	Participant 2.7	« La disposition des deux tables de données n'est pas conviviale. Il faut souvent passer d'un écran à l'autre et ainsi de suite. L'utilisateur peut se perdre ou sauter des lignes de données en utilisant le produit. [...] La disposition des deux écrans, il s'avère redondant de toujours devoir naviguer [dans] la liste de données des deux compagnies. Il serait préférable d'avoir des listes plus grandes et ainsi minimiser la navigation. »	partiel
18. Permettre le filtrage / triage des enregistrements	Participant 2.3	« Avoir un choix qui nous est proposé pour les fonction de filtre des données qui servent aux clés de [tri]. [...] »	x
	Participant 2.4	« Il aurait fallu être capable de trier dans l'outil de couplage. »	x
19. Allouer du temps pour la création de la clé de tri / avoir plus de temps	Participant 2.4	« Mettre plus d'emphase sur les fonctions dans [...] Google Sheets. Je l'ai utilisé seulement pour 5-10 minutes, je crois que si on laisse une période allouée à la préparation du Google Sheets avant de pouvoir commencer le jeu, les résultats seraient plus favorables. »	✓
	Participant 2.6	« Le temps est très court. On n'a pas le temps de prendre le produit en main et de découvrir toute ses fonctionnalités »	✓
5. La sélection des enregistrements est difficile	Participant 2.4	« Je devais bouger la souris beaucoup trop pour sélectionner les différents [enregistrements]. »	x
13. Excel serait préférable à Google Sheets	Participant 2.1	« Je suis habitué à utiliser ctrl+f / RechercheV, dans ce sens d'être restreint à localiser des termes dans l'espace (par la gauche ou la droite) me sortait de mes habitudes. Google Sheets permet d'utiliser Excel, mais gratuitement sur le web, par contre, les outils de drop down d'Excel sont plus conviviaux. »	x
14. La feuille d'aide fournie manque d'indications quant à la pertinence	Participant 2.1	« Il manque des exemples sur la feuille des outils. Beaucoup des commandes me semblaient trop vague et je ne les ai pas utilisés en conséquence. Ça m'aurait probablement aidé. »	x
15. Tâche longue et répétitive	Participant 2.2	« C'est un processus plutôt répétitif et long. Je pense avoir fait des oublis ou ne pas avoir su repérer des paires qui allaient ensemble. »	x
16. Indiquer à l'utilisateur lorsqu'il fait un oubli	Participant 2.2	« Indiquer lorsqu'il y a un oubli. »	partiel

Élément	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
17. Les données contiennent des erreurs, ce qui est source de frustrations	Participant 2.2	« La plupart des paires sont faciles à repérer mais certaines fautes d'orthographe ou appellations différentes en fonction de la compagnie créent une frustration car on n'est pas sûrs que c'est une bonne association. »	×
20. Mieux expliquer les fonctions de Google Sheets	Participant 2.4	« Mettre plus d'emphase sur les fonctions dans [...] Google Sheets »	✓
21. On ne devrait pas pouvoir grouper à nouveau un enregistrement déjà groupé	Participant 2.5	« Les [enregistrements] utilisés ne se masque pas après l'utilisation, j'ai souvent recliqué plusieurs fois sur [un] même [enregistrement] »	✓
22. Automatiquement cacher les clés de tri complétées / traitées	Participant 2.5	« Avoir une option qui permettrait de pouvoir cacher pour un petit instant les clefs déjà utilisées, avec une option pour pouvoir les remettre »	×
23. Expliquer la possibilité d'utiliser plusieurs clés de tri	Participant 2.6	« Mettre en avant la possibilité d'avoir plusieurs clés de [tri] » (<i>Cela découle en fait du fait que l'utilisateur peut modifier sa clé à tout moment</i>)	partiel

En ce qui a trait aux améliorations adoptées, du temps a été ajouté (item 19), spécifiquement réservé à la création de la clé de blocage, ce qui évite à un participant de prendre beaucoup d'avance lorsqu'ils sont 2. Les fonctions *Google Sheets* ont été davantage expliquées (item 20), en incluant des exemples plus poussés. En ce qui a trait au couplage (item 21), cela a également été corrigé : les enregistrements déjà groupés ne peuvent pas être groupés à nouveau. À l'origine, l'artéfact offrait cette possibilité, car il était implicite qu'un enregistrement ne pouvait pas appartenir à 2 entités. Toutefois, l'empêcher permet également aux participants de comprendre cette logique.

Dans ce qui a été partiellement adressé, on retrouve la disposition (item 10), la navigation entre les fenêtres a été adressée avec l'itération 5, en retirant l'utilisation de *Google Sheets*. On commence également à voir des contradictions dans les commentaires, ce qui est généralement le cas lorsqu'on élicite des besoins : certains trouvent la fenêtre trop chargée, d'autres voudraient pouvoir avoir plus de données à l'écran. L'item 16 a également été partiellement adressé avec l'ajout d'une rétroaction lors de l'itération 4.

En ce qui a trait à ce qui n'a pas été adressé, il y a pour débiter le cas de l'item 14, qui reviendra plusieurs fois dans les itérations subséquentes. L'aide fournie indique généralement comment employer la fonction, les prioriser par importance reviendrait à indiquer exactement aux participants ce qu'ils doivent faire, ce qui n'est pas le but souhaité. En général, ce commentaire provient du fait que les participants ne connaissent pas les fonctions qui sont sur la feuille et se sentent perdus, car ils doivent en apprendre beaucoup. Il a été choisi de plutôt indiquer clairement l'objectif de création de la clé de tri, que les participants tentent par la suite d'opérationnaliser. En ce qui concerne l'item 13, il s'agissait de quelque chose qui n'a pas été fait. En réalité, le commentaire peut être interprété de cette façon : l'utilisateur est habitué à travailler avec Excel et les différences avec l'outil utilisé sont facilement remarquées. *Google Sheets* et Excel ont tous les deux des fonctionnalités similaires, mais ne s'utilisent pas exactement de la même façon, ce qui est contre-intuitif lorsque quelqu'un est habitué à l'un des deux outils. Finalement, de façon générale, les commentaires sur les erreurs dans les données reflètent un manque de compréhension des participants des objectifs de l'activité pédagogique.

5.9.3 Itération 3

Le tableau 5.17 présente les qualités soulevées pour l'itération 3.

Tableau 5.17 : Qualités de l'itération 3

Qualité	Participant	Extrait du commentaire
3. Bonne lisibilité du texte	Participant 3.1	« Le groupement était lisible [...] »
4. Simple, facile d'utilisation, facile à apprendre	Participant 3.5	« Une fois que les fonctionnalités sont comprises, le jeu devient facile à utiliser et amusant. »
5. Exercice qui a une utilité afin de comprendre les implications de la GDM	Participant 3.6	« L'idée est très brillante. Dans de nombreuses compagnies, on y retrouve des problèmes de duplication de données. Cet outil, avec quelques améliorations, pourrait devenir utile. »
8. Importation simple / Bonne intégration Google Sheets	Participant 3.1	« Le jeu intègre bien les données tableur qu'il utilise. » (<i>Le participant fait fort probablement référence à Google Sheets</i>)

Qualité	Participant	Extrait du commentaire
12. Facilité à sélectionner les enregistrements	Participant 3.1	« [...] la sélection [des enregistrements était] fluide. »
13. Interface simple et épurée	Participant 3.3	« Interface "clean" visuellement. »
14. Couplage facile à réaliser	Participant 3.4	« La simplicité du "couplage" : Si les données maîtres des 2 entreprises étaient bonnes et exactes, le jumelage des données se fait en quelques secondes »
15. Code couleur qui identifie le statut d'un enregistrement	Participant 3.4	« Le code de couleur aide également à différencier les différents couples dans une même clé de [tri]. »
16. L'artéfact est amusant	Participant 3.5	« [...] amusant. »
17. La compétition était stimulante	Participant 3.5	« J'ai bien aimé le fait qu'on puisse [être en compétition] avec un adversaire. »

4 des 10 items sont des éléments qui ont déjà été mentionnés précédemment. On voit également que certains participants ont des opinions divergentes. Par exemple, le participant 3.1 pense que la sélection des enregistrements est aisée, ce qui n'était pas l'avis du participant 2.4, qui lui pense qu'il faut trop souvent déplacer la souris. Cela souligne qu'il peut y avoir amélioration ici, mais que tous n'y accordent pas nécessairement d'importance.

Le tableau 5.18 présente les éléments à améliorer qui ont été rapportés par les participants de l'itération 3.

Tableau 5.18 : Éléments à améliorer de l'itération 3

Élément	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
31. Tâche difficile à comprendre, pertes de temps pour comprendre	Participant 3.5	« Au départ, il n'était pas tout à fait claire de la façon de coupler les entités. Il devrait être indiqué que lorsque les entités sont couplées, un groupe est formé. »	partiel

Élément	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
	Participant 3.6	« Au départ. il est difficile de comprendre la relation entre les deux compagnies, ainsi que les clés de [tri] qui lui sont associées. [...] Offrir une meilleure idée de ce qu'il faut faire en général... Les deux participants ont pris un bon moment avant de comprendre, sans toutefois être certain, même à la fin de la simulation, de ce qu'ils faisaient. Les exemples qui étaient fournis au départ n'aidaient pas à la compréhension. »	partiel
6. Utilisation de raccourcis clavier	Participant 3.3	« [...] faiblesses de l'interface = impossibilité de faire des sélections multiples (avec shift et/ou ctrl) il n'y a que le tout ou rien de disponible. [...] Le bouton coupler est "loin" en bas à gauche, un raccourci clavier serait plus efficace (à la manière d'un Ctrl-S).	x
10. La présentation des 2 listes déroulantes côte à côte est inutilement complexe; Améliorer l'interface	Participant 3.3	« Fenêtre de déroulement (pour les données) trop petite, taille des caractères pourrait elle être plus petite pour qu'on puisse en voir davantage sans avoir à [défiler] si souvent. »	x
14. La feuille d'aide fournie manque d'indications quant à la pertinence	Participant 3.6	« Les exemples qui étaient fournis au départ n'aidait pas à la compréhension. » <i>(Il a été supposé que les exemples auxquels le participant faisait référence étaient ceux de la feuille d'aide fournie)</i>	x
17. Les données contiennent des erreurs, ce qui est source de frustrations	Participant 3.4	« Si cela fait partie du jeu, ignorer mon commentaire, mais serait-il possible de corriger les données maîtres de l'entreprise MetalTech? Certaines données cruciales ne sont pas fournies pour quelques fournisseurs en plus qu'il y a plusieurs fautes dans leurs noms... »	x
23. Expliquer la possibilité d'utiliser plusieurs clés de tri	Participant 3.2	« [Avoir] plusieurs clés dans le fichier d'appariement et ne pas passer par Excel pour définir les clés »	partiel
24. Indications, explications et aides manquantes dans l'artéfact	Participant 3.1	« Le jeu mériterait plus d'explications et quelques indications ou aides manuscrites dans le jeu. [...] Rajouter des points d'aides pour les joueurs comme moi qui se perdent dans leur tâche. »	partiel
25. Pouvoir glisser au lieu de cliquer	Participant 3.1	« [...] faire glisser plusieurs entités dans un même groupe plutôt que de cocher »	x
26. Ajout d'animations graphiques pour « ludifier »	Participant 3.1	« [...] ajouter de l'animation graphique pour rendre le jeu plus ludique [...] »	x
27. Employer une seule interface (artéfact) au lieu d'utiliser également Google Sheets	Participant 3.2	« manipuler deux interfaces différentes » <i>(en parlant d'une faiblesse)</i> « [Avoir] plusieurs clés dans le fichier d'appariement et ne pas passer par Excel pour définir les clés »	✓

Élément	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
28. Le chargement des clés est long / une indication du chargement est manquante	Participant 3.2	« lenteur dans le téléchargement des clés au point de ne pas savoir si le téléchargement s'est fait ou pas »	✓
29. Le bouton coupler n'est pas situé au meilleur emplacement	Participant 3.4	« Le placement du bouton "Coupler" (bouton vert en bas, à droite) - Je déplaçais souvent ma souris vers le haut où se retrouve le bouton "Importer les clés" de façon inconsciente [...] Si possible - Déplacer le bouton "Coupler" pour être en haut, à côté du bouton qui permet de passer à la prochaine clé » <i>(le bouton est en réalité en bas à gauche)</i>	×
30. Passer automatiquement à la clé suivante lorsque que le couplage est effectué	Participant 3.4	« [...] Je m'attendais également que la page change, de façon "drastique", dès que je cliquais sur le bouton "Coupler". Ça m'a pris quelques secondes pour me rendre compte qu'il fallait que je clique sur un autre bouton pour passer à la prochaine clé. »	×

L'item 27 sera corrigé par l'unification en une seule interface lors de l'itération 5, c'est ce qui réglera également l'item 28, puisque les clés de tri n'auront plus à être importées. Les autres éléments qui ont été partiellement corrigés découlent du fait qu'une partie de ce qui a été demandé a été implémenté. Des améliorations ont été faites en expliquant davantage l'utilisation de l'artéfact (items 24 et 31). Finalement, l'artéfact permettra de conserver plusieurs colonnes qui pourraient servir de clé de tri, ce qui règle partiellement l'item 23.

En ce qui concerne l'emplacement du bouton pour coupler (item 29), il flotte par-dessus le contenu pour être toujours accessible au même emplacement. Rien n'indique qu'un repositionnement pourrait aider l'utilisateur. Le bouton d'importation des clés de tri est quant à lui situé à l'intérieur de la page et se déplace avec le texte, ce qui n'en fait pas un emplacement idéal pour y mettre le bouton pour coupler. La disparition du bouton pour importer les clés avec l'itération 5 devrait remédier à la confusion de certains utilisateurs.

5.9.4 Itération 4

Le tableau 5.16 présente les données recueillies sur les qualités de l'artéfact lors de l'itération 4.

Tableau 5.19 : Qualités de l'itération 4

Qualité	Participant	Extrait du commentaire
4. Simple, facile d'utilisation, facile à apprendre	Participant 4.1	« facile pour l'utilisateur »
	Participant 4.2	« [...] facile d'y jouer même si on ne maîtrise pas toutes les fonctionnalités »
	Participant 4.4	« En soit le concept et l'utilisation du jeu est plutôt abordable et fun. Le but principal du jeu, à mon sens, n'était pas de réussir à faire le plus de paires possible, car cela est très facile si on change la clé de [tri] à chaque fois et qu'on revient pour les grouper. Le vrai challenge est dans la création de la clé de [tri]. Il faut qu'elle soit le plus efficace possible afin de couvrir le plus de résultats et puisse trouver plus de [couples] »
	Participant 4.5	« [le] programme est excellent, à mon avis il faut donner plus du temps [pour] expliquer. Mais une fois [qu'on] a compris, [...] c'est tout »
5. Exercice qui a une utilité afin de comprendre les implications de la GDM	Participant 4.6	« Une bonne méthode pour apprendre la gestion des données maîtres »
8. Importation simple / Bonne intégration Google Sheets	Participant 4.3	« [...] importation facile des données Excel » <i>(le participant fait référence à Google Sheets et non Excel)</i>
13. Interface simple et épurée	Participant 4.3	« Design simple et neutre [...] »
16. L'artéfact est amusant	Participant 4.4	« fun » <i>(amusant)</i>
17. La compétition était stimulante	Participant 4.5	« l'esprit sportif est toujours très motivant »

Qualité	Participant	Extrait du commentaire
18. L’affichage de la progression ou du score est motivant	Participant 4.2	« motivant avec le score [...] »
19. Autres applications possibles de l’artéfact	Participant 4.5	« [...] ça facilite la stratégie de statistique des données. [...] Par exemple, dans la statistique des patients de maladie génétique, on pourra voir tout de suite la liaison familiale. [...] J’ai pensé d’utiliser quelque chose [de similaire] dans le système au travail quand on fait le triage des fournisseurs et aussi dans le triage des clients. »

6 des 8 qualités soulevées l’ont déjà été lors des itérations précédentes, ce qui commence à montrer un certain effet de saturation par rapport aux réponses fournies par les participants au sujet de l’artéfact.

Le tableau 5.20 présente quant à lui les éléments à améliorer, rapportés lors de l’expérimentation avec l’itération 4.

Tableau 5.20 : Éléments à améliorer de l’itération 4

Élément	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
31. Tâche difficile à comprendre, pertes de temps pour comprendre	Participant 4.4	« Malgré les outils mis à [notre] disposition, si on n’a pas une connaissance de base des données maîtres et des clés de [tri], on perd un peu de temps au début même si on a un temps imparti à la création de la clé de [tri] sur Excel. D’une part, le résultat sur Excel nous donne, certes, une idée de la clé sur l’outil de groupage, mais une fois la clé importée on a quand même un petit temps d’adaptation avant de vraiment commencer à se débrouiller. Dans un second temps, si notre clé de blocage est mal conçue au départ, on tombera sur des situations où on aura peut-être deux entreprises différentes avec la même clé, et si on ne sait pas qu’on peut les sélectionner séparément, on passe juste dessus et on continue le jeu. »	x
	Participant 4.5	« Je n’ai pas bien compris les tâches dès que début. Ça arrive parfois. [...] Le programme est excellent, à mon avis il faut [passer] plus du temps à expliquer. Mais une fois [qu’on] a compris, c’est tout »	x

Élément	Participant	Extrait du commentaire	Corrigé
32. Difficulté d'imbriquer les formules dans Google Sheets	Participant 4.2	« Utilisation des formules Excel: j'en ai utilisées que deux car [il est] difficile d'associer plusieurs formules. [...] rajouter quelques formules de bases Excel en tant que rappels pour mieux associer plusieurs formules à la fois. »	x
	Participant 4.5	« J'ai compris plus [vers] la fin, mais au niveau Excel j'ai eu des difficultés. »	x
6. Utilisation de raccourcis clavier	Participant 4.3	« Il faut utiliser la souris, peu de possibilités de raccourcis clavier »	x
10. La présentation des 2 listes déroulantes côte à côte est inutilement complexe; Améliorer l'interface	Participant 4.3	« Agrandir la fenêtre des données »	x
15. Tâche longue et répétitive	Participant 4.1	« Dans un contexte réel, [cela prend] trop de temps. Pour une banque de données, on pourrait utiliser des outils de [minage de données] pour faire le couplage. [...] C'est lent et robotique pour l'utilisateur. »	x
19. Allouer du temps pour la création de la clé de tri / avoir plus de temps	Participant 4.5	« [...] à mon avis il faut [passer] plus du temps à expliquer [...] »	✓
20. Mieux expliquer les fonctions de Google Sheets	Participant 4.4	« Sur la feuille de formule Excel, je rajouterais peut-être des exemples de ces formules appliquées à des clés de [tri] pour voir à quoi ça ressemble. »	x

L'itération 5 ayant amélioré des aspects mentionnés avant l'itération 4, il y a donc peu d'item qui ont été corrigés qui proviennent de cette itération. Pour l'explication de l'itération, le temps consacré a augmenté, et une attention particulière aux détails a été faite. De façon générale, les

participants de cette itération semblent avoir moins bien compris l'objectif de l'artéfact, ce qui semble avoir fait ressortir des commentaires tels que les items 20, 31 et 32.

5.9.5 Itération 5

Le tableau 5.17 contient les commentaires sur les qualités de l'itération 5, soit la dernière.

Tableau 5.21 : Qualités de l'itération 5

Qualité	Participant	Extrait du commentaire
4. Simple, facile d'utilisation, facile à apprendre	Participant 5.4	« Facile à utiliser. »
13. Interface simple et épurée	Participant 5.2	« Le menu est simple dans sa conception (comment il est fait), ce qui est tout le contraire de la façon de l'utiliser. »
	Participant 5.5	« [...] interface simple »
14. Couplage facile à réaliser	Participant 5.2	« Une fois lancé, il est assez simple de coupler les données, malgré que ce soit très long. »
	Participant 5.3	« Pouvoir coupler des entités facilement est un des grands point forts. L'ajout de clé est intéressant »
	Participant 5.6	« La simplicité de création des clés de [tri]. »
18. L'affichage de la progression ou du score est motivant	Participant 5.1	« L'affichage du score »
	Participant 5.3	« Pouvoir comparer les scores et voir le temps qu'il nous reste »
20. Affichage du temps restant à la tâche	Participant 5.6	« Le pourcentage de données couplées affiché en temps réel. »
	Participant 5.3	« Pouvoir [...] voir le temps qu'il nous reste »
21. Rétroaction lorsqu'une erreur est commise	Participant 5.4	« Le message d'erreur lorsqu'un mauvais groupe est formé (très très utile, surtout le "ok" qui dissocie immédiatement le groupe) »
22. Contexte imitant une situation réelle	Participant 5.5	« données réelles, mise en contexte [...] »

Des 7 éléments, 3 nouveaux sont apparus, dont 2 qui portent sur de nouvelles fonctionnalités de l'itération précédente (items 20 et 21) et un sur la mise en situation faite dans l'artéfact.

Le tableau 5.22 présente finalement les éléments à améliorer pour la version définitive de l'artéfact.

Tableau 5.22 : Éléments à améliorer de l'itération 5

Élément	Participant	Extrait du commentaire
19. Allouer du temps pour la création de la clé de tri / avoir plus de temps	Participant 5.3	« Nous laissons plus de temps pour consulter les formules Excel »
	Participant 5.6	« Laisser un peu plus de temps pour prendre connaissance de la feuille de description des fonctions. (5 min) »
33. Améliorer la visualisation des groupes, leur édition, leur suppression, etc.	Participant 5.1	« L'interface utilisateur n'est pas intuitive pour changer ou supprimer des groupes de produits. [...] Le nom des groupes créés devrait être représentatif (par exemple, automatiquement nommer le groupe selon une des variables comme le nom de la compagnie).»
	Participant 5.4	« Devoir rafraîchir la page quand on a fait un mauvais groupe est une énorme faiblesse. »
10. La présentation des 2 listes déroulantes côte à côte est inutilement complexe; Améliorer l'interface	Participant 5.4	« Le système "scroll-down" et la visualisation en générale n'est pas terrible. [...] Rapidité et design permettant d'aller plus vite (boutons souvent utilisés rapprochés, vue d'ensemble plus efficace). J'aurais pu tout avoir sur mon écran sans devoir scroll à travers la page. » <i>(Il faut nuancer le mot « tout », puisque parfois plus d'une cinquantaine d'enregistrements peuvent s'afficher simultanément, en fait cela dépend de la clé de tri créée par l'utilisateur)</i>
14. La feuille d'aide fournie manque d'indications quant à la pertinence	Participant 5.2	« Il est aussi difficile pour un joueur novice de déterminer quelles sont les meilleures formules à employer. En effet, il existe plusieurs formules qui nous sont présentées sur la feuille, mais elles semblent assez inutiles si on se fie à l'exemple. Pourtant, il est sûr qu'en sachant comment les employer, cela nous rendrait plus efficace. À mon avis, la plus grande faiblesse est là: nous avons devant nous plein de formules, qui peuvent certainement être utiles, mais nous sommes dans le flou sur comment les employer. [...] De plus, la description des formules devrait être plus détaillées, ou classées en fonction de leur pertinence dans le jeu. Par exemple, il s'est avéré que la façon de combiner les fonctions était plus importante que la formule de =rept, on devrait donc voir cette information au tout début de la feuille. Un code de couleurs sur la pertinence des formules pourrait être utile; les formules les plus importantes en vert, moyennement importante en jaune et peu importante en rouge. »
15. Tâche longue et répétitive	Participant 5.2	« Il est très long de coupler les données. »
17. Les données contiennent des erreurs, ce qui est source de frustrations	Participant 5.4	« Les fautes de frappe font faire des erreurs, il faudrait les corriger avant. »

Élément	Participant	Extrait du commentaire
31. Tâche difficile à comprendre, pertes de temps pour comprendre	Participant 5.2	« Les instructions devraient être plus longues et plus détaillées, cela aiderait davantage un novice en la matière. »
34. Fournir un tutoriel papier détaillé	Participant 5.2	« Il devrait y avoir un [fichier d'aide] plus détaillé avec des images indiquant par étapes les marches à suivre, ce qui serait plus simple pour un novice. »
35. Aucun valeur ajoutée par rapport à ce que peut faire Excel	Participant 5.3	« Selon ma courte expérience de simulation, je trouve qu'il y a peu d'options à valeur ajoutée. [...] Le logiciel est assez simple et n'apporte que peu de valeur comparé à un Excel classique. »
36. Améliorer la recherche par clé de tri	Participant 5.3	« Améliorer davantage la recherche par clé crée »
37. La rétroaction sur les erreurs ne détaille pas l'erreur entièrement	Participant 5.5	« peu de rétroaction, les messages d'erreurs doivent nous permettre de nous améliorer »
38. Avoir l'aide d'un instituteur, conseils et rétroaction sur ce que le participant fait	Participant 5.5	« Mettre à disposition un instituteur présent qui me guide pour le début [...] Rétroaction à la fin, conseils pour développer sa clé de tri. »
39. Pas d'indications s'il y a une erreur dans une formule	Participant 5.6	« Lors de l'inscription des formules, si une formule est décrite de façon erronée, l'explication de l'erreur n'est pas nécessairement explicite. [...] Lors d'erreurs durant l'inscription des formules, que les erreurs soient soulignées afin que les utilisateurs puissent les corriger. »

Dans le cas de l'itération 5, puisqu'aucune itération ne l'a suivie, il est uniquement possible de discuter de façon générale des améliorations désirées. L'item 33 est un bon point qui a été soulevé : la difficulté de naviguer dans ce qui a déjà été couplé. Il s'agit tout de même d'une solution complexe à mettre en place, mais qui mériterait d'être envisagée. La raison pour laquelle une solution n'a jamais été mise en place était le fait qu'elle était complexe et qu'en général peu de participants revoyaient le travail qu'ils avaient réalisé. En ce qui concerne l'item 39, l'artéfact valide les équations soumises sont correctement formatées. Toutefois, si ce n'est pas le cas, les

participants ont souvent de la difficulté à identifier leur erreur. Un message de base pourrait être envisagé.

Si un développement additionnel avait lieu, l'annexe 27 (page 235) contient la liste des problèmes qui ont été soulevés qui pourraient être des candidats envisageables afin d'être corrigés par une nouvelle itération. C'est ce qui conclut cette présentation riche de résultats recueillis lors des expérimentations effectuées au Tech3lab. Beaucoup d'analyses ont été effectuées et plusieurs autres sont envisageables, toutefois l'essentiel de ce que cette étude a tenté de montrer a déjà pu être présenté.

6 Conclusion

Les activités 4, démonstration de l'artéfact, et 5, évaluation de l'artéfact, sont à présent complétées, la dernière activité, la communication de l'artéfact, est le contenu du mémoire. Ce chapitre fera donc un sommaire de tous les éléments essentiels qui ont été vus jusqu'à présent. Il débute par un rappel des 6 activités qui font partie de la méthodologie Design Science, telle que présentée par Peffers et al. (2007). Chaque partie sera donc présentée, ce qui inclut les objectifs de recherche et les principaux résultats. Par la suite, la section 6.1 fait un résumé des principales contributions du mémoire, la section 6.2 présente les limites connues de l'étude et la section 6.3 identifie des pistes de recherche future. Finalement, la section 6.4 s'adresse au chercheur intéressé à reproduire le contenu de cette étude ou à poursuivre le développement de l'artéfact.

Le chapitre 1 (activité 1 : problématique³²) a permis de réaliser que les décisions des gestionnaires concernant la GDM peuvent avoir des conséquences fâcheuses pour les organisations. L'information erronée peut mener à la violation de réglementations en vigueur, par exemple dans le domaine de la santé (Cepariu et al., 2011). Plus fréquemment, elle peut mener les organisations à prioriser ce qui n'est pas une priorité, et souvent elles s'en aperçoivent après un échec très coûteux (Cepariu et al., 2011; Haug et al., 2011; Knolmayer & Röthlin, 2006). Par exemple, le départ de Target du Canada s'est soldé par une perte de 5,2 milliards de dollars pour la maison-mère américaine (Strauss, 2015). Une des raisons qui explique la faible préoccupation par rapport à la GDM est que les problèmes sont souvent imperceptibles jusqu'à ce qu'ils émergent (KPMG, 2013). De plus, les organisations préfèrent le statu quo à des déboursées pour des fonctions de soutien qui ne rapportent pas immédiatement (English, 1999). L'approche adoptée pour remédier à ce problème a été de cibler les futurs professionnels, étudiants en école de gestion, et de leur offrir un jeu sérieux sur les concepts de GDM.

La recherche avait 2 principaux objectifs (activité 2 : objectif). Le premier était de **développer un jeu sérieux qui permette d'apprendre aux étudiants les concepts de GDM**. Le second était de **valider que la ludification, avec l'usage de l'artéfact, permettait de faciliter l'apprentissage de la GDM**.

³² Le tableau 3.1 (page 57) présente les différentes activités de la méthodologie en lien avec les différents chapitres du mémoire.

La revue de la littérature (activité 3 : design et développement) a soit contribué à définir des concepts qui ont servi dans la méthodologie, ou alors à identifier des éléments utilisés dans le développement de l'artéfact. Par exemple, les attributs essentiels d'un jeu sérieux, les mesures de la qualité du couplage, les problèmes de qualité des données, etc. Le chapitre 3 qui portait sur la méthodologie a permis d'établir de quelle façon l'atteinte des objectifs pourrait être réalisée en présentant les différents instruments. Le chapitre 4 a quant à lui présenté le développement qui s'est effectué en 5 itérations, où chaque itération a été testée à l'aide des instruments définis dans le chapitre 3. La première itération a mis en place les bases de l'artéfact ainsi qu'une interface afin d'effectuer un couplage manuel sans support. L'itération 2 a intégré *Google Sheets* afin de pouvoir manipuler les données et créer une clé de tri. Cette itération a également fourni une indication de sa progression. La troisième itération a vu l'ajout du concept de compétition entre 2 participants et l'ajout de 15 minutes. Dans la quatrième itération, une rétroaction a été fournie au participant lorsqu'il commettait une erreur. La dernière itération a vu un grand lot de correctifs mineurs ainsi que l'intégration des fonctions en retirant l'emploi de *Google Sheets*.

Le chapitre 5 (activités 4 et 5 : démonstration et évaluation respectivement) a présenté les résultats de l'expérimentation. 38 participants ont été répartis au sein de 6 groupes expérimentaux, entre 4 et 7 participants ont testé une des 5 itérations de l'artéfact et 9 participants ont fait l'activité pédagogique sans ludification. Ce dernier groupe a servi à vérifier si l'artéfact permettait de faciliter l'apprentissage. L'analyse des résultats a permis d'établir que l'activité pédagogique a amélioré la connaissance en GDM de tous les participants, ce qui atteint le 1^{er} objectif énoncé dans ce mémoire. Toutefois, il n'est pas possible de conclure que l'artéfact (ludification) facilite davantage l'apprentissage que l'absence de ludification. Il a également été possible de constater que les participants du domaine des TI étaient plus sûrs de leurs réponses avant l'utilisation de l'artéfact, ce qui peut signifier qu'ils font des ponts avec des connaissances de leur domaine. La convivialité de l'artéfact a été jugée entre « acceptable » et « bien ». En général, les participants ont apprécié l'activité et les commentaires d'amélioration ont démontré qu'ils ont maîtrisé l'outil en relevant avec leurs commentaires des éléments très ciblés.

6.1 Résumé des contributions du mémoire

L'outil développé permet d'utiliser une technique d'apprentissage qui se veut stimulante et efficace, soit la ludification, dans les cours où sera enseignée la gestion des données maîtres. Il intègre également un outil permettant de générer des ensembles de données maîtres

(corrompues avec connaissance des liens avec la référence) qui pourraient être utiles aux chercheurs qui tentent d'évaluer différents algorithmes de nettoyage et de couplage des données. L'avantage est de pouvoir lier chaque partie d'un enregistrement à une entité et de connaître les transformations.

Sur le marché, il existe peu de systèmes qui permettent de générer des données maîtres synthétiques, et ceux qui sont existants sont souvent limités à une application précise, par exemple des données de clients (Christen, 2012). Le plus souvent, ils utilisent également une technique aléatoire pour générer les données alors que l'artéfact utilise une pondération afin de représenter une population. L'artéfact développé comblera cette lacune, en plus de combler l'absence d'activités de ludification sur la GDM.

Dans le cadre de l'évaluation de l'artéfact, des outils afin d'évaluer celui-ci ont également été développés, outils qui pourraient être réutilisés et raffinés pour être employés dans le domaine de l'apprentissage de la GDM ou tout autre domaine connexe.

6.2 Limites de la recherche

Ce projet de recherche comporte un certain nombre de limites qu'il faut prendre en considération en interprétant les résultats obtenus. 3 principales limites seront vues dans les lignes qui suivent, la première portant sur la taille des groupes et la provenance des participants, la seconde sur la difficulté de mesurer l'apprentissage lorsque l'apprentissage n'a pas de conséquences et finalement la dernière sur l'instrument qui a mesuré cet apprentissage.

Taille des groupes et provenance des participants

La méthodologie de développement employée dans le cadre de ce mémoire, soit le Design Science avait la particularité, dans notre application particulière, de comporter un grand nombre de groupes expérimentaux. Qui dit grand nombre de groupes expérimentaux dit plus petite taille des groupes pour un budget donné. Une taille entre 4 et 7 sujets est très petite pour effectuer des statistiques, mais souvent suffisante pour percevoir le sentiment des utilisateurs et leurs réactions face à diverses situations, chose que les pages de ce mémoire ne peuvent pas entièrement refléter. Il faut donc considérer les résultats avec les nuances qui viennent avec. Si des tests étaient refaits dès demain avec 4 novices pour l'itération 1, il serait aisé d'inverser la tendance des résultats de ce groupe. Toutefois, cela n'apporte pas de valeur concrète à l'artéfact puisqu'il s'agit

d'une version primitive de l'artéfact, et que ces 4 sujets pourraient à la place tester une itération 6.

Finalement, les groupes sont très hétérogènes, les participants du groupe contrôle ont peu de gens en TI, ceux de l'itération 1 en ont beaucoup, certaines itérations ont des participants avec un niveau d'étude plus élevé que d'autres, etc. Il faut en tenir compte avant de procéder à toute conclusion hâtive sur les résultats. Le critère d'inclusion sur la connaissance d'un chiffrier tel qu'Excel était également subjectif et il est en effet survenu des cas où les gens n'avaient pas une connaissance assez approfondie des fonctions d'Excel.

Design expérimental et la variable apprentissage

L'étude a tenté de mesurer l'amélioration de l'apprentissage des participants, toutefois le fait que la « note » (l'apprentissage mesuré) n'a aucun impact sur le participant biaise quelque peu son processus d'apprentissage. En effet, il ne lui est en aucun cas obligatoire de performer, ou de désirer vouloir performer. Ceci est inverse au principe d'une classe où si l'élève ne performe pas, cela a ultimement un impact sur son évaluation. Dans le cas de l'étude, peu importe le résultat, le participant sait qu'il repartira avec une compensation et que tout résultat demeurera strictement anonyme.

Le fait de mettre 2 individus en compétition peut avoir réduit cet effet, ce qui a été réalisé lors des dernières expérimentations. Le fait d'être exposé au jugement d'un autre participant a ainsi pu réduire cet effet, mais ceux-ci ne sont toujours pas obligatoirement motivés à performer.

Pour réduire cet effet, soit il faut réaliser cette expérience dans un contexte réel d'une classe, avoir recours à un stratagème de duperie ou alors inscrire les participants à un concours. Dans le premier cas, le contexte réel est souvent difficile à utiliser, et nécessite une application robuste pour être testé. Cela ne permet donc pas d'améliorer la motivation des apprenants pour les versions intermédiaires préalables, qui sont celles qui ont été testées dans le cadre de ce mémoire. Le stratagème de duperie pourrait être quant à lui le fait d'indiquer aux participants qu'ils recevront qu'un certain pourcentage de leur compensation s'ils n'atteignent pas une certaine note sur l'évaluation. Bien sûr, peu importe la note, ils finissent tous par recevoir la compensation définie à la fin de l'expérimentation. Le dernier cas, l'extension du cas précédent, serait d'indiquer aux participants que les participants obtenant les meilleurs résultats ou la

meilleure progression seront inscrits à un tirage afin de gagner un prix. La valeur du prix doit être significative afin d'encourager les gens à être attentifs et à faire un effort.

Instrument de mesure de la connaissance

L'instrument de mesure ne possédait que 10 questions, dont 2 qui n'étaient pas couvertes dans le cadre expérimental. C'est assez peu, entre 15 et 20 questions aurait été probablement préférable. Cela aurait pu permettre de créer un outil plus robuste en ayant la possibilité d'éliminer des questions mal structurées. Elles auraient ainsi pu couvrir davantage de domaines de la GDM.

Toutefois, d'un autre côté, plus il y a de questions, plus elles demandent un long temps de réflexion. De plus, le participant peut être tenté de réviser ses réponses après avoir cru trouver une information pouvant l'aider dans une autre question.

Finalement, compte tenu du sujet de l'étude, il aurait été judicieux de demander aux participants s'ils connaissaient les concepts de GDM ou les données maîtres tout simplement. Cela n'a pas été fait, car le questionnaire a été conçu pour un autre public cible que celui pour lequel il a été utilisé.

6.3 Pistes de recherche future

Les pistes de recherche future sont surtout en lien avec la conception et le développement d'un artéfact. En effet, la réalisation de l'artéfact ainsi que la recherche effectuée pour le réaliser ont permis de considérer d'autres artéfacts éventuels qui pourraient faire l'objet d'une étude approfondie. Rien qu'à la lecture de ce mémoire, d'autres idées ont pu émerger dans votre pensée. Quelques idées qui ont été envisagées, mais puisqu'elles étaient tantôt ambitieuses, tantôt complexes, n'ont pas été celles qui ont vu le jour. Ce sont ces idées qui seront présentées dans les paragraphes qui suivent.

Une idée éventuelle était de pouvoir constater l'impact réel d'erreurs dans les données maîtres. Par exemple, si l'on pense au cas Target présenté dans le chapitre 1, une erreur de taille de boîte peut mener à différents problèmes : coûts supplémentaires d'expédition, moins de place pour les placer sur les tablettes, etc. En dressant une liste complète de problèmes concrets et en les connectant à un ensemble de données, on peut parvenir à un artéfact réaliste qui aide les utilisateurs à comprendre l'impact des erreurs.

Une autre idée était de dresser une liste complète d'évènements qui pouvaient transformer des entités qui servent à créer des données maîtres. Par exemple un déménagement, un changement

de nom, une promotion, un changement d'emploi, une nouvelle adresse courriel, etc. On obtiendrait un ensemble de données qui évoluerait selon les événements qui se sont produits entre 2 différents moments. On pourrait même permettre à l'utilisateur de prendre des décisions, par exemple de définir un montant d'investissement afin de conserver ses données à jour à chaque contact, à prévenir les doublons, à les nettoyer, etc. Une entreprise pourrait alors se retrouver avec des données qui ne sont plus à jour.

Finalement, pour un chercheur plus novice, un artéfact du type « livre dont vous êtes le héros » où l'utilisateur prend des décisions suite à des événements et constate les conséquences est aussi envisageable. En dessinant un arbre décisionnel qui peut se complexifier, on peut parvenir à un outil d'apprentissage complet. Un jeu de cartes est également une solution qui peut paraître simple.

6.4 Note au chercheur

Le code source de l'artéfact ainsi que le matériel pédagogique n'ont pas été inclus avec ce mémoire, tout chercheur qui souhaiterait reproduire les résultats de cette étude peut contacter l'un des chercheurs impliqués afin de discuter de la possibilité de réutiliser l'artéfact développé. Il en va de même pour tout chercheur qui souhaiterait poursuivre le développement de l'artéfact dans le but d'un projet de recherche.

Voici les informations afin d'entrer en contact avec les chercheurs :

Benoit Sicotte
Chargé de cours

HEC Montréal
benoit.sicotte@hec.ca

Pierre-Majorique Léger
*Professeur titulaire,
Département de technologies
de l'information*

HEC Montréal
pierre-majorique.leger@hec.ca

Gilbert Babin
*Professeur titulaire,
Département de technologies
de l'information*

HEC Montréal
gilbert.babin@hec.ca

Index analytique

AFFNOR	<i>Voir entreprises:AFFNOR</i>
API	xv, 101, 102, 118
application	iii, xv, 7, 16, 21, 28, 30, 38, 49, 53, 55, 65, 67, 75, 76, 82, 83, 101, 150, 158, 162, 166, 167, 186
artéfact...iii, v, 3, 4, 5, 16, 28, 33, 37, 38, 41, 44, 48, 49, 51, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 82, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 114, 115, 116, 118, 121, 123, 124, 125, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 162, 164, 165, 166, 168, 169, 198	
MDMsheet	<i>Voir MDMsheet</i>
auto-efficacité	xv, 38, 61, 63, 64, 140, 141, 145, 146, 188, 198, 225, 226, 232
base de données	xv, 5, 10, 16, 19, 27, 74, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 97, 103, 133, 150, 191, 194, 195, 201, 202
table	vi, 23, 26, 27, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 87, 93, 97, 100, 101, 103, 108, 114, 117, 118, 119, 120, 122, 151
Bootstrap	82, 83, 84
cas d'utilisation	<i>Voir UML:cas d'utilisation</i>
clé de blocage	<i>Voir clé de tri</i>
clé de tri	62, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 114, 115, 117, 133, 149, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 158, 159, 161, 162, 165, 195, 201, 215, 216, 235
CodeIgniter	82, 83
connaissance ...	iii, xv, 5, 37, 38, 40, 42, 45, 53, 55, 57, 59, 60, 61, 63, 72, 123, 125, 126, 127, 128, 130, 134, 135, 136, 138, 158, 161, 165, 166, 167, 168, 189, 193, 194, 198, 201
contrôle.....	<i>Voir groupe:contrôle</i>
couplage.....	iv, 5, 8, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 58, 75, 81, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 103, 104, 111, 114, 147, 148, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 159, 160, 161, 162, 165, 166, 196, 197, 203, 216, 217, 235
Design Science	iii, iv, 4, 55, 60, 72, 74, 123, 164, 166
diagramme de séquence.....	<i>Voir UML:diagramme de séquence</i>
difficulté perçue	xv, 61, 139, 145, 146, 225, 226, 232
digramme de Venn.....	29, 34, 94
données	
données historiques.....	8
données maîtres.....	iii, iv, xv, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 13, 19, 75, 91, 131, 154, 155, 158, 165, 166, 168, 189, 196, 202
<i>définition</i>	6
<i>gestion</i>	<i>Voir gestion des données maîtres</i>
données transactionnelles	7
échelle.....	xv, 30, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 126, 128, 129, 136, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 199, 200, 204, 234
entreprises	
AFFNOR	85

Gartner	2, 6, 7, 9, 90
Google	5, 66, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 111, 116, 118, 150, 151, 152, 153, 155, 157, 159, 165, 206
Google Sheets.....	99, 100, 101, 102, 104, 106, 111, 116, 150, 151, 152, 153, 155, 157, 159, 165, 206
Informatica.....	76
ISO.....	85
Postes Canada	85
SAP	1, 8, 38, 78
Target.....	1, 2, 3, 7, 164, 168
USPS	85
entreprises fictives	
MetalTech	84, 85, 87, 88, 89, 97, 115, 119, 155, 215
TinySheet.....	84, 85, 87, 88, 89, 90, 97, 215
ERPsim	75
Excel	27, 64, 72, 75, 99, 100, 106, 117, 121, 131, 151, 153, 155, 157, 158, 159, 161, 162, 167, 196, 202, 215, 235
expérimental	<i>Voir groupe:expérimental</i>
gamification	<i>Voir ludification</i>
Gartner.....	<i>Voir entreprises:Gartner</i>
gestion des données maîtres ...i, iii, iv, xv, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 28, 37, 38, 41, 44, 58, 59, 60, 61, 63, 72, 75, 76, 78, 90, 125, 126, 127, 128, 130, 138, 140, 147, 150, 153, 157, 164, 165, 166, 168, 189, 193, 194, 198, 201, 205, 208	
gestion des données maîtres	
<i>définition</i>	2
Google.....	<i>Voir groupe:Google</i>
groupe	
contrôle.....	iii, xv, 21, 38, 53, 55, 57, 59, 60, 61, 63, 71, 72, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 158, 161, 165, 166, 167, 168, 194, 198, 201, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230
expérimental	59, 72, 124, 129, 131, 140, 142, 167, 168, 187
non contrôle.....	126, 136, 139, 140, 143, 225, 226, 227, 228, 229, 230
non TI	126, 136, 138, 139, 140, 141, 143, 226, 227, 228, 229, 230

Informatica.....	<i>Voir</i> entreprises:Informatica
ISO.....	<i>Voir</i> entreprises:ISO
itération ..	58, 72, 73, 74, 90, 91, 92, 93, 98, 99, 100, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 115, 116, 117, 122, 125, 126, 127, 129, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 187, 200, 215, 224, 225, 235
itération 1	72, 92, 99, 100, 103, 125, 126, 127, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 147, 148, 166, 167, 187, 224
itération 2	72, 100, 107, 108, 109, 137, 138, 140, 149, 150, 151, 165, 200, 224
itération 3	72, 107, 112, 137, 153, 154, 224
itération 4	72, 73, 113, 116, 117, 125, 126, 137, 138, 152, 157, 158, 159, 200, 224, 225
itération 5	72, 117, 126, 137, 138, 152, 156, 159, 160, 161, 162, 215, 224
jeu	
jeu de société.....	40
jeu sérieuxi, iii, iv, v, 3, 4, 5, 20, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 75, 145, 164, 165, 184, 189, 193, 198	
jeu vidéo.....	38, 39, 40, 42, 43
ludification	<i>Voir</i> ludification
score. 28, 50, 53, 58, 63, 68, 69, 70, 75, 94, 95, 98, 99, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 117, 118, 119, 122, 137, 144, 145, 149, 158, 160, 165, 168, 189, 190, 200, 217, 219	
laboratoire	28, 58, 74, 75, 123
ludification	iii, iv, 3, 4, 38, 41, 49, 50, 58, 137, 138, 139, 140, 155, 164, 165, 166
<i>définition</i>	49
MDMsheet	102, 187, 205, 207
MDMsheet1	90, 91, 93, 95, 96, 97, 98
MDMsheet2	98, 99, 100, 103, 104
MDMsheet3	106, 107, 108, 109, 110, 111
MDMsheet4	112, 113, 114, 115
MDMsheet5	115, 116, 117, 119

paier.....	<i>Voir</i> couplage
participant... iii, v, 28, 37, 38, 39, 45, 47, 50, 58, 59, 60, 63, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 79, 80, 81, 84, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 165, 166, 167, 168, 169, 187, 188, 189, 190, 191, 193, 198, 200, 208, 215, 217, 223, 224, 225, 235	
PGL.....	xv, 1, 12, 13
Postes Canada.....	<i>Voir</i> entreprises:Postes Canada
post-test.....	<i>Voir</i> tests:post-test
prétest.....	<i>Voir</i> tests:prétest
protocole.....	59, 187
SAP.....	<i>Voir</i> entreprises:SAP
satisfaction.....	xv, 10, 38, 61, 63, 64, 65, 139, 140, 145, 225, 226, 232
score.....	<i>Voir</i> jeu:score
séquence.....	<i>Voir</i> UML:diagramme de séquence
seuil.....	24, 33, 34, 75, 130
SGBD.....	<i>Voir</i> base de données
simulation.....	4, 5, 38, 39, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 52, 58, 100, 155, 162, 185
SQL.....	xv, 83, 118
MySQL.....	82, 83
PostgreSQL.....	83
SUS.....	<i>Voir</i> tests:SUS
Target.....	<i>Voir</i> entreprises:Target
taxonomie.....	19, 21, 53, 186
Tech3lab.....	163, 192
tests	
post-test.....	60, 61, 187, 188, 190, 198, 199
pré-test.....	194
SUS.....	xv, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 142, 143, 144, 145, 198, 225, 226, 233, 234
UML.....	xv, 79, 80, 81, 91, 99, 107, 112, 116
cas d'utilisation.....	91, 92, 99, 107, 112, 116
diagramme de séquence.....	102
USPS.....	<i>Voir</i> entreprises:USPS
utilisateur.....	<i>Voir</i> participant
Venn.....	<i>Voir</i> diagramme de Venn

Références

- Anderson, J. R. (2005). The Relationship Between Student Perceptions of Team Dynamics and Simulation Game Outcomes: An Individual-Level Analysis. *Journal of Education for Business*, 85-90.
- Angelides, M. C., & Paul, R. J. (1993). Developing an intelligent tutoring system for a business simulation game. *Simulation Practice and Theory*, 1(3), 109-135. [https://doi.org/10.1016/0928-4869\(93\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0928-4869(93)90002-8)
- Audibert, L. (2013). UML 2 - de l'apprentissage à la pratique. Consulté 21 novembre 2017, à l'adresse <http://laurent-audibert.developpez.com/Cours-UML/>
- Ayadi, H., Le Bars, M., Le Grusse, P., Mandart, E., Fabre, J., Bouaziz, A., & Bord, J. P. (2014). SimPhy: a simulation game to lessen the impact of phytosanitaries on health and the environment—the case of Merja Zerga in Morocco. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(7), 4950-4963. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-2244-2>
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *J. Usability Studies*, 4(3), 114–123.
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>
- Baudot, J. Y. (2016). Test de Mann-Whitney. Consulté 28 novembre 2017, à l'adresse <http://www.jybaudot.fr/Inferentielle/mannwhitney.html>
- Becker, K., & Parker, J. R. (2011). *The guide to computer simulations and games*. John Wiley & Sons.
- Bilenko, M., & Mooney, R. J. (2003). Adaptive Duplicate Detection Using Learnable String Similarity Measures. Dans *Proceedings of the Ninth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (p. 39–48). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/956750.956759>
- Black, E., & Hunter, A. (2009). An inquiry dialogue system. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 19(2), 173-209. <https://doi.org/10.1007/s10458-008-9074-5>
- Bliemel, M., & Ali-Hassan, H. (2014). Game-Based Experiential Learning in Online Management Information Systems Classes Using Intel's IT Manager 3. *Journal of Information Systems Education*, 25(2), 117-124.
- Blohm, I., & Leimeister, J. M. (2013). Gamification: Design of IT-Based Enhancing Services for Motivational Support and Behavioral Change. *Business & Information Systems Engineering*, 5(4), 275-278. <https://doi.org/10.1007/s12599-013-0273-5>

- Blondin. (2014). Introduction aux frameworks front-end (Bootstrap, Foundation) – alticreation. Consulté 3 novembre 2017, à l'adresse <https://www.alticreation.com/bootstrap-foundation-frameworks-front-end/>
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4–7.
- Brooke, J. (2013). SUS: A Retrospective. *J. Usability Studies*, 8(2), 29–40.
- Butler, D. (2011, novembre). Six Steps for Getting Started with MDM. Consulté 1 décembre 2017, à l'adresse <http://www.oracle.com/us/corporate/profit/features/091511-mdm-6steps-512362.html>
- Castaldo, J. (2016, janvier 21). The Last Days of Target: The untold tale of Target Canada's difficult birth, tough life and brutal death. *Canadian Business Magazine*. Consulté à l'adresse <http://www.canadianbusiness.com/the-last-days-of-target-canada/>
- Cepariu, D., Kooistra, F. T., Van Etten, J., Jonker, R., & Swartjes, S. (2011). Effective master data management. *Compact*, 0. Consulté à l'adresse <https://www.compact.nl/articles/effective-master-data-management/>
- Cervo, D., & Allen, M. (2015). *Multi-Domain Master Data Management*. Morgan Kaufmann. Consulté à l'adresse http://undefined/book/databases/business-intelligence/9780128008355/chapter-2-defining-and-prioritizing-master-data/ab0010_html_2
- Cheng, M.-T., Chen, J.-H., Chu, S.-J., & Chen, S.-Y. (2015). The use of serious games in science education: a review of selected empirical research from 2002 to 2013. *Journal of Computers in Education*, 2(3), 353-375. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0039-9>
- Chin, W. W., Gopal, A., & Salisbury, W. D. (1997). Advancing the Theory of Adaptive Structuration: The Development of a Scale to Measure Faithfulness of Appropriation. *Information Systems Research*, 8(4), 342-367. <https://doi.org/10.1287/isre.8.4.342>
- Christen, P. (2012). *Data matching: concepts and techniques for record linkage, entity resolution, and duplicate detection*. Springer Science & Business Media.
- CodeIgniter. (2017, octobre 30). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=CodeIgniter&oldid=142090232>
- Corti, K. (2006). Games-based Learning; a serious business application. *Informe de PixelLearning*, 34(6), 1–20.
- Dyché, J., & Levy, E. (2011). *Customer data integration: Reaching a single version of the truth* (Vol. 7). John Wiley & Sons.
- English, L. P. (1999). *Improving data warehouse and business information quality*. J. Wiley & Sons.

- Ensemble de définition. (2016, février 12). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Ensemble_de_d%C3%A9finition&oldid=123275460
- Euzenat, J., & Shvaiko, P. (2013). *Ontology Matching*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38721-0>
- Faria, A. J., Hutchinson, D., Wellington, W. J., & Gold, S. (2008). Developments in Business Gaming. *Simulation & Gaming*. <https://doi.org/10.1177/1046878108327585>
- Farrington, J. (2011). From the research: Myths worth dispelling: Seriously, the game is up. *Performance Improvement Quarterly*, 24(2), 105-110. <https://doi.org/10.1002/piq.20114>
- Finstad, K. (2006). The system usability scale and non-native English speakers. *Journal of Usability Studies*, 1(4), 185-188.
- Fruhling, A., & Lee, S. (2005). Assessing the Reliability, Validity and Adaptability of PSSUQ. *AMCIS 2005 Proceedings*. Consulté à l'adresse <https://aisel.aisnet.org/amcis2005/378>
- Game. (2017, juin 12). Dans *Wikipedia*. Consulté à l'adresse <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Game&oldid=785302035>
- Gaudet-Lafontaine, F. (s. d.). *Apprentissage du traitement de l'information d'un tableau de bord dans un contexte de prise de décision* (Mémoire de maîtrise, document inédit). HEC Montréal, Montréal.
- Ge, M., & Helfert, M. (2007). A review of information quality research—develop a research agenda. Dans *Paper presented at the International Conference on Information Quality 2007* (p. 76–91).
- George, D. (2005). Understanding Structural and Semantic Heterogeneity in the Context of Database Schema Integration.
- Gestion des données de référence. (2016, mai 3). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Gestion_des_donn%C3%A9es_de_r%C3%A9f%C3%A9rence&oldid=125845139
- Giessen, H. W. (2015). Serious Games Effects: An Overview. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2240-2244. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.881>
- Green, S. G., & Taber, T. D. (1980). The effects of three social decision schemes on decision group process. *Organizational Behavior and Human Performance*, 25(1), 97-106. [https://doi.org/10.1016/0030-5073\(80\)90027-6](https://doi.org/10.1016/0030-5073(80)90027-6)
- Gregor, S., & Hevner, A. R. (2013). Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. *MIS Quarterly*, 37(2), 337-A6.
- Gupta, S., & Bostrom, R. (2013). Research Note-An Investigation of the Appropriation of Technology-Mediated Training Methods Incorporating Enactive and Collaborative Learning. *Information Systems Research*, 24(2), 454-469.

- Gupta, S., Bostrom, R. P., & Huber, M. (2010). End-user Training Methods: What We Know, Need to Know. *SIGMIS Database*, 41(4), 9–39. <https://doi.org/10.1145/1899639.1899641>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. Dans *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (p. 3025-3034). <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hart, A. (2001). Mann-Whitney test is not just a test of medians: differences in spread can be important. *BMJ : British Medical Journal*, 323(7309), 391-393.
- Haug, A., Zachariassen, F., & Liempd, D. van. (2011). The costs of poor data quality. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(2), 168-n/a. <https://doi.org/10.3926/jiem.2011.v4n2.p168-193>
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75-105.
- Hollenbeck, J. R. (1987). The effects of individual differences and goal origin on goal setting and performance - ScienceDirect. *Organizational behavior and human decision processes*, 40(3), 392-414.
- Homonymie. (2016, mai 2). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Homonymie&oldid=125803182>
- Infosys. (2010). *Best Practices for a Successful MDM Implementation*. Consulté à l'adresse https://www.informatica.com/campaigns/infosys_best_practices_mdm_wp.pdf
- Iuppa, N. V., & Borst, T. (2010). *End-to-end game development: creating independent serious games and simulations from start to finish*. Burlington, MA: Focal Press. Consulté à l'adresse <http://proxy2.hec.ca/login?url=http://proquestcombo.safaribooksonline.com/?uiCode=hecmontreal&xmlId=9780240811796>
- Jirkovský, V., Obitko, M., & Mařík, V. (2017). Understanding Data Heterogeneity in the Context of Cyber-Physical Systems Integration. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(2), 660-667. <https://doi.org/10.1109/TII.2016.2596101>
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons.
- Kirakowski, J. (s. d.). SUMI Questionnaire. Consulté 1 novembre 2017, à l'adresse <http://sumi.uxp.ie/>
- Knolmayer, G. F., & Röthlin, M. (2006). Quality of Material Master Data and Its Effect on the Usefulness of Distributed ERP Systems. Dans *Advances in Conceptual Modeling - Theory and Practice* (p. 362-371). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11908883_43
- Kolahi, S. (2008, décembre). *Functional Dependencies: Redundancy Analysis and Correcting Violations*. Powerpoint. Consulté à l'adresse <http://www.cs.ubc.ca/~solmaz/SharifTalk.pdf>

- KPMG. (2013). Master Data Management. KPMG. Consulté à l'adresse <https://www.kpmg.com/NL/nl/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/PDF/IT-Risk-Consulting/Master-Data-Management-1.PDF>
- Lafontaine, F. G., Léger, P.-M., Labonté-LeMoyne, É., Charland, P., & Cronan, P. (2017). Combining Vicarious and Enactive Training in IS: Does Order Matter? *SpringerLink*, 99-106. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41402-7_13
- Lameras, P., Arnab, S., Dunwell, I., Stewart, C., Clarke, S., & Petridis, P. (2017). Essential features of serious games design in higher education: Linking learning attributes to game mechanics. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 972-994. <https://doi.org/10.1111/bjet.12467>
- Langenkamp, J. (2014). Master Data Management in 2014: Solid but Boring? *Information Management Online*. Consulté à l'adresse <http://www.information-management.com/news/news/master-data-management-in-2014-solid-but-boring-10025538-1.html>
- Larue, V. (2009). Apport du system usability scale à l'activité d'ergonomie d'évaluation. Dans *Proceedings of the 21st International Conference on Association Francophone D'Interaction Homme-Machine* (p. 155–161). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1629826.1629850>
- Leemkuil, H., & De Jong, T. (2012). Adaptive Advice in Learning With a Computer-Based Knowledge Management Simu...
- Leemkuil, H., Jong, T. de, Hoog, R. de, & Christoph, N. (2016). KM QUEST: A collaborative Internet-based simulation game. *Simulation & Gaming*. <https://doi.org/10.1177/1046878102250605>
- Léger, P.-M. (2006). Using a simulation game approach to teach enterprise resource planning concepts. *Journal of Information Systems Education*, 17(4), 441.
- Léger, P.-M. (2016). *TI 6-766-15 : notes de la séance 5*. Présentation Powerpoint.
- Léger, P.-M., Charland, P., Feldstein, H. D., Robert, J., Babin, G., & Lyle, D. (2011). Business simulation training in information technology education: Guidelines for new approaches in IT training. *Journal of Information Technology Education*, 10(1), 39-53.
- Léger, P.-M., Cronan, P., Charland, P., Pellerin, R., Babin, G., & Robert, J. (2012). Authentic OM problem solving in an ERP context - ProQuest. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(12), 1375-1394.
- Lewis, J. R., & Sauro, J. (2009). The Factor Structure of the System Usability Scale. Dans *Human Centered Design* (p. 94-103). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02806-9_12
- Ludifier. (2015, janvier 3). Dans *Wiktionnaire*. Consulté à l'adresse <https://fr.wiktionary.org/wiki/ludifier>

- Matrice de confusion. (2016, octobre 17). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Matrice_de_confusion&oldid=130759999
- Mayer, I. S. (2009). The gaming of policy and the politics of gaming: A review. *Simulation & Gaming*, 40(6), 825–862.
- McGilvray, D. (2008). *Executing Data Quality Projects*. Morgan Kaufmann. Consulté à l'adresse <http://proxy2.hec.ca:2134/toc.aspx?site=Y3CZ5&bookid=32328>
- Messerschmidt, M., & Stüben, J. (2011). *Hidden Treasure* (Rapport) (p. 104). PricewaterhouseCoopers.
- Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade. Consulté à l'adresse <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1051239>
- Nadolski, R. J., Hummel, H. G. K., Brink, H. J. van den, Hoefakker, R. E., Slootmaker, A., Kurvers, H. J., & Storm, J. (2007). EMERGO: A methodology and toolkit for developing serious games in higher education. *Simulation & Gaming*. <https://doi.org/10.1177/1046878108319278>
- NetBeans. (2017, octobre 19). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=NetBeans&oldid=141678607>
- Octalysis. (2016, juillet 30). Dans *Wikipedia*. Consulté à l'adresse <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Octalysis&oldid=732246685>
- O’Kane, B., & Judah, S. (2015). *Magic Quadrant for Master Data Management of Customer Data Solutions* (Rapport No. G00271783). Gartner.
- O’Kane, B., Palanca, T., & Moran, M. P. (2017). *Magic Quadrant for Master Data Management Solutions* (Rapport No. G00305598). Gartner. Consulté à l'adresse <https://www.gartner.com/document/3575817?ref=solrAll&refval=191129606&qid=a2ef881cf93969df598b382>
- Oliveira, P., Rodrigues, F., & Henriques, P. R. (2005). A Formal Definition of Data Quality Problems. Dans *IQ*. Consulté à l'adresse <http://mitiq.mit.edu/ICIQ/Documents/IQ%20Conference%202005/Papers/AFormalDefinitionofDQProblems.pdf>
- Peppers, K., Rothenberger, M., Tuunanen, T., & Vaezi, R. (2012). Design Science Research Evaluation. Dans K. Peppers, M. Rothenberger, & B. Kuechler (Éd.), *Design Science Research in Information Systems. Advances in Theory and Practice: 7th International Conference, DESRIST 2012, Las Vegas, NV, USA, May 14-15, 2012. Proceedings* (p. 398-410). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Consulté à l'adresse http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-29863-9_29
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45-77.

- Perlman, G. (2015). User Interface Usability Evaluation with Web-Based Questionnaires. Consulté 1 novembre 2017, à l'adresse <http://garyperlman.com/quest/index.html>
- Personnage non-joueur. (2017, octobre 26). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Personnage_non-joueur&oldid=141930811
- Pijcke, F. (2013). MySQL et PostgreSQL : lequel choisir ? Consulté 3 novembre 2017, à l'adresse <https://openclassrooms.com/courses/mysql-et-postgresql-lequel-choisir>
- Potvin, P., Skelling-Desmeules, Y., & Ousmane, S. (2015). Exploring Secondary Students' Conceptions about Fire Using a Two-Tier, True/False, Easy-to-Use Diagnostic Test. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 1(2), 63-78.
- Référence circulaire. (2015, novembre 20). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9f%C3%A9rence_circulaire&oldid=120643043
- Scapin, D. L., Garrigues, S., Farenc, C., Vanderdonckt, J., Palanque, P., Bastide, R., ... Leulier, C. (1999). Rapport d'avancement. Consulté à l'adresse <http://www.academia.edu/download/30726615/Scapin-GIS99.pdf>
- Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006>
- Silvola, R., Jaaskelainen, O., Kropsu-Vehkaperä, H., & Haapasalo, H. (2011). Managing one master data - challenges and preconditions. *Industrial Management & Data Systems*, 111(1), 146-162.
- Simões, J., Díaz Redondo, R., & Fernández Vilas, A. (2012). A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 345-353.
- Smith, S. J. (2017, septembre 12). Ok, I Was Wrong, MDM is Broken Too: Insular, Dictatorial MDM Doesn't Work. Consulté 21 septembre 2017, à l'adresse <https://www.eckerson.com/articles/ok-i-was-wrong-mdm-is-broken-too-insular-dictatorial-mdm-doesn-t-work>
- Smith (surname). (2016, mai 19). Dans *Wikipedia, the free encyclopedia*. Consulté à l'adresse [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Smith_\(surname\)&oldid=720980534](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Smith_(surname)&oldid=720980534)
- Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing & Management*, 45(4), 427-437. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.03.002>
- Strauss, M. (2015, janvier 15). How Target botched a \$7-billion rollout. *The Globe and Mail*. Consulté à l'adresse <https://www.theglobeandmail.com/report-on-business/international-business/us-business/target-killing-canadian-operations/article22458161/>
- Torres, M., & Macedo, J. (2016). Learning Sustainable Development with a New Simulation Game. *Simulation & Gaming*. <https://doi.org/10.1177/104687810003100112>

- Use case diagram. (2017, mai 7). Dans *Wikipedia*. Consulté à l'adresse https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Use_case_diagram&oldid=779185273
- Valeur prédictive positive (sémiologie médicale). (2017, mars 4). Dans *Wikipédia*. Consulté à l'adresse [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Valeur_pr%C3%A9dictive_positive_\(s%C3%A9miologie_m%C3%A9dicale\)&oldid=135109173](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Valeur_pr%C3%A9dictive_positive_(s%C3%A9miologie_m%C3%A9dicale)&oldid=135109173)
- VanSickle, R. L. (1978). Designing Simulation Games to Teach Decision-Making Skills. *Simulation & Games*, 9(4), 413-428. <https://doi.org/10.1177/104687817800900403>
- Vayghan, J. A., Garfinkle, S. M., Walenta, C., Healy, D. C., & Valentin, Z. (2007). The internal information transformation of IBM. *IBM Systems Journal*, 46(4), 669-683.
- Verykios, V. S., Moustakides, G. V., & Elfeky, M. G. (2003). A Bayesian decision model for cost optimal record matching. *The VLDB Journal*, 12(1), 28-40. <https://doi.org/10.1007/s00778-002-0072-y>
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer Gaming and Interactive Simulations for Learning: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243. <https://doi.org/10.2190/flhv-k4wa-wpvq-h0ym>
- WAMMI. (2016). WAMMI - About. Consulté 1 novembre 2017, à l'adresse <http://www.wammi.com/about.html>
- Weir, K., & Baranowski, M. (2008). Simulating History to Understand International Politics. *Simulation & Gaming*. <https://doi.org/10.1177/1046878108325442>
- Westera, W. (2016). Performance assessment in serious games: Compensating for the effects of randomness. *Education and Information Technologies*, 21(3), 681-697. <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9347-3>
- White, A., O'Kane, B., Palanca, T., & Moran, M. P. (2015). *Magic Quadrant for Master Data Management of Product Data Solutions* (Rapport No. G00271783). Gartner.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32. <https://doi.org/10.1109/MC.2005.297>

Annexes

Annexe 1 : Définitions du terme « jeu sérieux » - matrice des concepts.....	184
Annexe 2 : Définitions du terme « simulation » - matrice des concepts	185
Annexe 3 : Taxonomie des problèmes de qualité des données et niveau d'application – matrice des problèmes	186
Annexe 4 : Protocole expérimental (itération 1)	187
Annexe 5 : Salle de groupe du Tech3lab	192
Annexe 6 : Questionnaire prétest	193
Annexe 7 : Questionnaire post-test	198
Annexe 8 : Feuille d'aide sur les fonctions « Google Sheets » (version 1.2).....	206
Annexe 9 : Feuille d'aide sur les fonctions « MDMsheet » (version 2).....	207
Annexe 10 : Présentation des concepts de gestion des données maîtres aux participants (Vidéo formative).....	208
Annexe 11 : Consignes données au participant sur le jeu (Itération 5)	215
Annexe 12 : Diagramme de structure de données (niveau données sources)	220
Annexe 13 : Diagramme de structure de données (niveau données de référence).....	221
Annexe 14 : Diagramme structure de données (niveau données des entreprises fictives)	222
Annexe 15 : Écran d'inscription des participants.....	223
Annexe 16 : Profil démographique des participants aux expérimentations – Par expérimentation - détaillé.....	224
Annexe 17 : Moyenne des différentes variables mesurées	225
Annexe 18 : Matrice des P-valeurs des différentes variables	226
Annexe 19 : Tableau – Distribution des réponses dans les différents types de réponses, pré-expérimentation, par groupe, en pourcentage.....	227
Annexe 20 : Tableau – Distribution des réponses dans les différents types de réponses, post-expérimentation, par groupe, en pourcentage.....	228
Annexe 21 : Tableau – Distribution des réponses dans les différents types de réponses, pré-expérimentation, par groupe, en valeurs numériques	229
Annexe 22 : Tableau – Distribution des réponses dans les différents types de réponses, post-expérimentation, par groupe, en valeurs numériques	230

Annexe 23 : Tableau – Pourcentage des réponses étant incorrectes (catégorie 1), post-expérimentation, par groupe	231
Annexe 24 : Tableau – Pourcentage des réponses étant correctes et certaines (catégorie 2), post-expérimentation, par groupe	231
Annexe 25 : Matrices de corrélation entre les items et statistiques des items.....	232
Annexe 26 : Échelle SUS corrigée – proposition	234
Annexe 27 : Éléments pouvant être potentiellement corrigés par une nouvelle itération.....	235

Annexe 1 : Définitions du terme « jeu sérieux » - matrice des concepts

Auteur	Concepts												
	Education, apprentissage	Jeu, jeu vidéo	Diversissement	Formation	Ordinateur	Développement des connaissances	Développement des compétences	Education avant divertissement	Formation corporative	Engager les utilisateurs	Scénarios réalistes	Equilibre divertissement / apprentissage	Influence sur le comportement
Michael & Chen, 2005	✓						✓						
Zyda, 2005	✓	✓	✓					✓					
Corti, 2006					✓				✓				
Nadoliski et al., 2007	✓	✓							✓		✓		
Iruppa & Borst, 2010		✓			✓							✓	
Farrington, 2011	✓												
Blohm & Leimeister, 2013	✓												
Cheng et al., 2015	✓	✓	✓										
Giessen, 2015	✓												
Westera, 2016	✓												
Total	7	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1

Annexe 3 : Taxonomie des problèmes de qualité des données et niveau d'application – matrice des problèmes

Problème de qualité des données						
	Attribut	Colonne	Ligne	Relation simple	Relation multiple	Sources de données multiples
Valeur manquante	✓					
Violation syntaxique	✓					
Valeur incorrecte	✓					
Violation du domaine	✓					
Sous-chaîne invalide	✓					
Faute d'orthographe	✓					
Valeur imprécise	✓					
Violation d'une contrainte du domaine d'affaires	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Violation de l'unicité des valeurs		✓				
Présence de synonymes		✓				✓
Enregistrement quasi vide			✓			
Violation de la dépendance fonctionnelle			✓			
Enregistrement dupliqué de manière approximative				✓		✓
Enregistrement dupliqué de manière inconsistante				✓		✓
Violation de l'intégrité référentielle					✓	
Référence incorrecte					✓	
Hétérogénéité de la syntaxe					✓	✓
Référence circulaire au sein des enregistrements					✓	
Hétérogénéité des unités de mesure						✓
Hétérogénéité de la représentation						✓
Existence d'homonymes						✓

Traduction libre de Oliveira et al. (2005, p. 12)

Annexe 4 : Protocole expérimental (itération 1)

Avant l'arrivée du participant

1. S'assurer que le serveur soit fonctionnel
 - a. Visiter une page du site pour valider que le serveur est opérationnel
 - i. Ex : <http://localhost/MDMsheet/index.php?/user/subscribe>
2. Créer des identifiants pour le sujet
 - a. Visiter le <http://localhost/MDMsheet/index.php?/user/subscribe>
 - b. Mettre ces informations dans les champs :
 - i. Username : UserXXX (remplacer les X par un numéro)
 - ii. Fullname : UserXXX
 - iii. E-mail : XXX@hec.ca
 - iv. E-mail confirmation : idem
 - v. Password : ABC123 (respecter la casse)
 - vi. Password confirmation : idem
 - c. Noter le nom d'utilisateur créé dans le tableau

Utilisateur	Mot de passe	Utilisateur	Mot de passe

3. S'assurer que tous les formulaires / questionnaires sont disponibles en version papier :
 - a. Formulaire de consentement du participant (**2 exemplaires**)
 - b. Formulaire de compensation
 - c. Questionnaire prétest (back-up uniquement)
 - d. Questionnaire post-test (back-up uniquement)
4. Indiquer le nom d'utilisateur (UserXXX) sur les questionnaires suivants (si version papier) :
 - a. Questionnaire prétest
 - b. Questionnaire post-test
5. Ouvrir une session sur l'ordinateur, se connecter au site :
 - a. Tech3Lab Admin / Tech3Lab
 - b. <http://localhost/MDMsheet/index.php?/user/subscribe>
6. Ouvrir la vidéo d'explication

7. S'il n'y a pas d'écouteurs, brancher les écouteurs, tester que le son fonctionne
8. Ouvrir le questionnaire Qualtrics du prétest :
 - a. https://hecmontreal.eu.qualtrics.com/SE/?SID=SV_6x0GpB0BZccULyZ
 - b. Remplir le champ « Code d'utilisateur » avec les informations du participant (UserXXX)
9. Ouvrir le questionnaire qualtrics du post-test :
 - a. https://hecmontreal.eu.qualtrics.com/SE/?SID=SV_3mIOe3h99oHBRhX
 - b. Remplir le champ « Code d'utilisateur » avec les informations du participant (UserXXX)
10. Placer le formulaire de consentement et un crayon au poste du participant

Accueil des participants

« Bonjour, Je m'appelle _____. Avant toute chose, merci beaucoup de vous être déplacé pour faire cette expérience sur l'apprentissage de la gestion des données maîtres. Votre participation ici va durer environ 1h15 à 1h30. On vous remettra ensuite une compensation d'une valeur de 20 \$. »

- Demander de mettre dans leur sac lunettes et cellulaires éteints.
- Demander de jeter la gomme.
- Poser le sac entre les deux salles.
- Amener le participant dans la salle individuelle, mettre l'indicateur à « occupé » et fermer la porte de la salle.
- Signer le formulaire de consentement et en donner une copie au participant.

« Voici un formulaire mentionnant que vous acceptez de participer de votre plein gré à la présente étude. Lisez-le attentivement et signez-le. Si vous avez des questions, n'hésitez surtout pas à me les poser. »

- Quitter la salle.
- Lorsque le participant vous indique avoir terminé, revenez dans la salle.

5. Explications de l'étude

« VOUS REMARQUEREZ QUE JE LIS UN TEXTE POUR VOUS EXPLIQUER LES CONSIGNES, C'EST SIMPLEMENT POUR NOUS ASSURER QUE TOUS LES PARTICIPANTS REÇOIVENT DES CONSIGNES IDENTIQUES ! »

« Cette étude porte sur le développement d'un jeu sérieux en gestion des données maîtres. Vous commencerez par remplir un questionnaire général sur vos connaissances en gestion des données maîtres. Ensuite, vous visionnerez une courte vidéo pour en apprendre davantage sur le sujet ainsi que vous initier à l'activité à laquelle vous participerez. Suivra la tâche où vous nous laisserons 30 minutes afin d'identifier le plus grand nombre possible d'éléments correctement. Un score sur la tâche vous sera donné suite à l'activité. Finalement, un dernier questionnaire sur vos connaissances et vos impressions vous sera soumis, ce questionnaire permettra d'améliorer l'activité à laquelle vous participerez. Toutes les remarques sont pertinentes, n'hésitez donc pas à nous donner toutes vos remarques concernant les éléments qui vous ont posé de la difficulté ou

de la frustration ainsi que ceux qui vous ont aidés dans votre tâche et qui ont contribué à améliorer votre expérience sur le site. Nous vous guiderons si vous rencontrez des problèmes. Est-ce que vous avez des questions? Est-ce que vous voulez que je répète une partie?

Je vais vous laisser compléter le 1^{er} questionnaire, lorsque vous aurez terminé, vous pourrez visionner la vidéo. »

11. Retourner dans la salle d'observation

Début de l'expérience

12. Laisser le participant remplir le questionnaire

13. Indiquer au participant de mettre les écouteurs sur ses oreilles

14. Lancer la vidéo

15. Indiquer au participant qu'il n'a plus besoin des écouteurs pour la suite de l'expérience

16. Lancer le jeu

17. Lancer le chronomètre

a. À 15 minutes, indiquer qu'il reste 15 minutes

b. À 25 minutes, indiquer qu'il reste 5 minutes

c. À 29 minutes, indiquer qu'il reste 1 minute

d. À 30 minutes :

i. Dire que l'activité est complétée

ii. Remettre le score au sujet

18. Afficher le questionnaire post-test

a. Dire au sujet de compléter le questionnaire post-test

Fin de l'expérimentation

19. Faire compléter et signer le Formulaire de compensation et remettre la compensation au participant.

20. Mettre le formulaire de compensation signé dans le cartable.

21. Mettre le formulaire de consentement signé dans le cartable.

22. Raccompagner le participant

Au départ du participant

23. S'assurer que tous les fichiers ont bien été enregistrés.
24. EFFACER L'HISTORIQUE DU NAVIGATEUR

Cette étape est cruciale, sinon un participant pourra voir les réponses des précédents participants dans le prototype.

- Cliquer sur le symbole d'engrenage
 - Cliquer sur sécurité
 - Cliquer sur effacer l'historique de navigation
25. Mettre le formulaire de compensation signé dans le cartable.
 26. Mettre le formulaire de consentement signé dans le cartable.
 27. Ranger les documents dans le cartable dans l'ordre suivant : formulaire de compensation, formulaire de consentement.
 28. Remettre la chaise du participant au plus haut.
 29. Cocher la participation dans le Panel HEC.

À la fin d'une journée d'expérimentation

30. Effectuer une copie de la base de données

Annexe 5 : Salle de groupe du Tech3lab



Annexe 6 : Questionnaire prétest

DIRECTIVES ACCOMPAGNANT UN QUESTIONNAIRE ANONYME

Étude sur le développement d'un jeu sérieux dans l'apprentissage des concepts de gestion des données maîtres

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire anonyme auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre d'un mémoire à HEC Montréal.

Répondez sans hésitation aux questions incluses dans ce questionnaire, car ce sont vos premières impressions qui reflètent généralement le mieux votre pensée. Il n'y a pas de limite de temps pour répondre au questionnaire, bien que nous ayons estimé que cela devrait vous prendre environ 30 minutes.

Les renseignements recueillis sont anonymes et resteront strictement confidentiels; ils ne seront utilisés que pour l'avancement des connaissances et la diffusion des résultats globaux dans des forums savants ou professionnels.

Le fournisseur de collecte de données en ligne s'engage à ne révéler aucune information personnelle (ou toute autre information relative aux participants de cette étude) à d'autres utilisateurs ou à tout autre tiers, à moins que le répondant consente expressément à une telle divulgation ou que celle-ci soit exigée par la loi.

Vous êtes complètement libre de refuser de participer à ce projet et vous pouvez décider en tout temps d'arrêter de répondre aux questions. Le fait de remplir ce questionnaire sera considéré comme votre consentement à participer à notre recherche et à l'utilisation des données recueillies dans ce questionnaire pour d'éventuelles recherches. Puisque le questionnaire est anonyme, une fois votre participation complétée, il vous sera impossible de vous retirer du projet de recherche, car il sera impossible de déterminer quelles réponses sont les vôtres.

Si vous avez des questions concernant cette recherche, vous pouvez contacter le chercheur principal, Benoit Sicotte, au numéro de téléphone ou à l'adresse de courriel indiqués ci-dessous.

Le comité d'éthique de la recherche de HEC Montréal a statué que la collecte de données liée à la présente étude satisfait aux normes éthiques en recherche auprès des êtres humains. Pour toute question en matière d'éthique, vous pouvez communiquer avec le secrétariat de ce comité au (514) 340-6051 ou par courriel à cer@hec.ca.

Merci de votre précieuse collaboration!

Benoit Sicotte
Étudiant à la maîtrise

HEC Montréal
438-828-####
benoit.sicotte@hec.ca

Pierre-Majorique Léger
Professeur titulaire,
Département de technologies
de l'information
HEC Montréal
514 340-####
pierre-majorique.leger@hec.ca

Gilbert Babin
Professeur titulaire,
Département de technologies
de l'information
HEC Montréal
514 340-####
gilbert.babin@hec.ca

Questionnaire Pré-test

Section 1 : Renseignements généraux

Âge (choisir) :

- 18-24 ans
- 25-34 ans
- 35-49 ans
- 50-64 ans
- 65 ans et plus

Sexe (choisir) :

- Homme
- Femme

Programme d'étude :

- Baccalauréat en administration des affaires
- Maîtrise ès sciences en gestion
- Autre (précisez) :

Spécialisation :

Code (remis afin d'évaluer l'outil) :

Section 2 : Connaissances en gestion des données maîtres

Lisez attentivement les énoncés qui suivent et tentez de répondre aux questions au meilleur de votre connaissance. Assurez-vous de sélectionner une seule réponse par question.

1. Concilier de l'information sur un client, dont l'information est répartie au sein de plusieurs systèmes d'information (ou bases de données), est une tâche plutôt ardue à accomplir.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

2. L'érosion des données réfère à un phénomène où plus le temps s'est écoulé depuis la collecte d'une information dans un système, plus cette information s'avère véridique.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

3. Une clé de blocage (« blocking key ») définie sur un certain champ (« Surname » par exemple), groupera les enregistrements ayant la même valeur sur ce champ, et ce afin d'effectuer une comparaison entre ceux-ci après l'indexation des enregistrements. Cela permet de diminuer le temps de traitement d'une analyse entre 2 fichiers de données, car on comparera que des enregistrements similaires.

Dans l'exemple suivant, si on utilise la clé de blocage « Sndx-SN » (voir graphique ci-dessus), les noms « smith », « smithers », « sandy » et « santi » seront regroupés dans un même bloc car ils ont la même valeur de clé de blocage.

Database A – Blocking information

RecID	Surname	Sndx-SN	Postcode	F3D-PC
a1	smith	s530	2602	260
a2	neighan	n250	2604	260
a3	meier	m600	2050	205
a4	smithers	s536	2012	201
a5	nguyen	n250	2022	202
a6	faulkner	f425	2037	203
a7	sandy	s530	2713	271

Database B – Blocking information

RecID	Surname	Sndx-SN	Postcode	F3D-PC
b1	meier	m600	2000	200
b2	meier	m600	2604	260
b3	smith	s530	2619	261
b4	nguyen	n250	2002	200
b5	fawkner	f256	2037	203
b6	santi	s530	2113	211
b7	cain	c500	2020	202

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

4. Une entité est la représentation d'un objet ou une personne du monde réel qu'on représente dans une base de données par un enregistrement. Par exemple, le patient Adam Smith, né le 12 avril 1996 est une entité.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

5. La distance de Levenshtein, aussi connue sous le nom de « distance d'édition » ou « Edit Distance », est un algorithme qui retourne le nombre de caractères qui différencient la longueur de 2 chaînes (ou mots). Par exemple, la distance de Levenshtein entre « chat » et « chiens » serait de 2, car la seconde chaîne a 2 caractères de plus que la 1^{re}.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

6. À l'étape de localisation des données, où on tente de comprendre où l'information sur les données maîtres réside, on retrouve principalement l'ensemble des données dans les systèmes établis et des informations cruciales dans les systèmes parallèles, les chiffriers de type Excel et les différents documents.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

7. L'étape de standardisation des données peut nécessiter de déconstruire les éléments de données en composantes plus fines ou inversement. Elle peut également nécessiter de standardiser les adresses en formats standards. Par exemple si un système possède ces champs ainsi que ces 2 enregistrements :

<i>Adresse Ligne 1</i>	<i>Adresse Ligne 2</i>	<i>Province</i>	<i>CP</i>
3000 che de la Côte-Ste-Catherine, MTL		Québec	H3T2A7
3000 de la Côte-Sainte-Catherine	Montreal	Qc	H3T 2A7

La standardisation pourrait mener à quelque chose comme cela pour ces 2 enregistrements:

<i>Numéro</i>	<i>Nom</i>	<i>Rue</i>	<i>App</i>	<i>Ville</i>	<i>Province</i>	<i>CP</i>
3000	Chemin	de la Côte-Sainte-Catherine	<i>vide</i>	Montréal	Québec	H3T 2A7
3000	Chemin	de la Côte-Sainte-Catherine	<i>vide</i>	Montréal	Québec	H3T 2A7

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

8. Lors du couplage, on tentera de maximiser les couples de données (« data match ») qui sont des faux positifs ou faux négatifs, car ils sont les plus importants.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

9. Bien qu'il soit important de parvenir à coupler les bonnes données ensemble (« data matching »), déployer ce qui représente la version unique de la vérité et en faire bon usage dans les différents systèmes est un processus souvent complexe à mettre en place.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai

- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

10. Il est judicieux d'effectuer le couplage des données puis d'effectuer une standardisation des données pour améliorer le nombre de vrais positifs et vrais négatifs

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

Annexe 7 : Questionnaire post-test³³

DIRECTIVES ACCOMPAGNANT UN QUESTIONNAIRE ANONYME

Étude sur le développement d'un jeu sérieux dans l'apprentissage des concepts de gestion des données maîtres

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire anonyme auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre d'un mémoire à HEC Montréal.

Répondez sans hésitation aux questions incluses dans ce questionnaire, car ce sont vos premières impressions qui reflètent généralement le mieux votre pensée. Il n'y a pas de limite de temps pour répondre au questionnaire, bien que nous ayons estimé que cela devrait vous prendre environ 30 minutes.

Les renseignements recueillis sont anonymes et resteront strictement confidentiels; ils ne seront utilisés que pour l'avancement des connaissances et la diffusion des résultats globaux dans des forums savants ou professionnels.

Le fournisseur de collecte de données en ligne s'engage à ne révéler aucune information personnelle (ou toute autre information relative aux participants de cette étude) à d'autres utilisateurs ou à tout autre tiers, à moins que le répondant consente expressément à une telle divulgation ou que celle-ci soit exigée par la loi.

Vous êtes complètement libre de refuser de participer à ce projet et vous pouvez décider en tout temps d'arrêter de répondre aux questions. Le fait de remplir ce questionnaire sera considéré comme votre consentement à participer à notre recherche et à l'utilisation des données recueillies dans ce questionnaire pour d'éventuelles recherches. Puisque le questionnaire est anonyme, une fois votre participation complétée, il vous sera impossible de vous retirer du projet de recherche, car il sera impossible de déterminer quelles réponses sont les vôtres.

Si vous avez des questions concernant cette recherche, vous pouvez contacter le chercheur principal, Benoit Sicotte, au numéro de téléphone ou à l'adresse de courriel indiqués ci-dessous.

Le comité d'éthique de la recherche de HEC Montréal a statué que la collecte de données liée à la présente étude satisfait aux normes éthiques en recherche auprès des êtres humains. Pour toute question en matière d'éthique, vous pouvez communiquer avec le secrétariat de ce comité au (514) 340-6051 ou par courriel à cer@hec.ca.

Merci de votre précieuse collaboration!

Benoit Sicotte
Étudiant à la maîtrise

HEC Montréal
438-828-####
benoit.sicotte@hec.ca

Pierre-Majorique Léger
Professeur titulaire,
Département de technologies
de l'information
HEC Montréal
514 340-####
pierre-majorique.leger@hec.ca

Gilbert Babin
Professeur titulaire,
Département de technologies
de l'information
HEC Montréal
514 340-####
gilbert.babin@hec.ca

³³ Dans le groupe contrôle les sections ayant trait à l'usage de l'artéfact ont été retirées : SUS, questions ouvertes sur l'outil et sur le sentiment d'auto-efficacité d'usage de l'outil.

Questionnaire post-test

Code (remis afin d'évaluer l'outil) :

Section 1 : Appréciation de l'outil utilisé

Ces questions vous permettent d'évaluer le jeu que vous avez utilisé dans le cadre de l'activité. Pour chacun des énoncés qui suivent, veuillez indiquer sur une échelle de 1 à 5, 5 indiquant que vous « tout à fait d'accord » avec l'énoncé et 1 indiquant que vous n'êtes « pas du tout en accord » avec l'énoncé.

Dans chacun des énoncés, le mot « produit » réfère au **jeu** auquel vous avez participé.

Encerclez votre réponse.

		<i>Pas du tout d'accord</i>		<i>Neutre</i>		<i>Tout à fait d'accord</i>
1.	Je pense que j'aimerais utiliser ce produit fréquemment	1	2	3	4	5
2.	Je ne trouve pas que ce produit est particulièrement complexe	1	2	3	4	5
3.	J'ai trouvé que le produit était facile à utiliser	1	2	3	4	5
4.	Je pense que j'aurais besoin de l'aide d'un technicien pour l'utilisation	1	2	3	4	5
5.	J'ai trouvé que les différentes fonctions du produit étaient bien intégrées	1	2	3	4	5
6.	J'ai trouvé qu'il y avait trop d'inconsistances dans le produit	1	2	3	4	5
7.	J'imagine que plusieurs personnes apprendront vite à utiliser le produit	1	2	3	4	5
8.	J'ai trouvé que le produit était pénible à utiliser	1	2	3	4	5
9.	Je me sens en confiance lors de l'utilisation du produit	1	2	3	4	5
10.	J'ai eu besoin d'apprendre beaucoup de choses avant d'utiliser le produit	1	2	3	4	5
11.	Les outils mis à ma disposition dans le produit m'ont permis d'accomplir ma tâche telle que je le désirais	1	2	3	4	5

		<i>Pas du tout d'accord</i>		<i>Neutre</i>		<i>Tout à fait d'accord</i>
12.	Le score affiché pendant l'activité n'a pas influencé mes décisions ³⁴	1	2	3	4	5
13.	Le score affiché pendant l'activité m'a stimulé ³⁴	1	2	3	4	5
14.	En voyant le score des autres participants, cela m'a motivé ³⁴	1	2	3	4	5
15.	La rétroaction sur les groupes d'entités erronés m'a permis de mieux comprendre mes erreurs ³⁵	1	2	3	4	5

Pour la question suivante, sélectionnez le terme qui convient le mieux, selon votre expérience, à l'énoncé. L'échelle se veut comme une échelle linéaire, où les termes à la droite sont plus favorables que ceux à la gauche.

15. Dans l'ensemble, j'évaluerais la convivialité (« *user-friendliness* ») de ce produit comme étant (*Encerclez votre réponse*) :

La pire possible	Pénible	Mauvaise	Acceptable	Bien	Excellente	La meilleure possible
------------------	---------	----------	------------	------	------------	-----------------------

Pour les questions suivantes, veuillez détailler au mieux votre réponse.

16. Quelles sont les plus grandes faiblesses du jeu auquel vous avez joué?

17. Quels sont les points forts du jeu auquel vous avez joué?

18. Quelles améliorations apporteriez-vous au jeu?

19. Avez-vous des commentaires ou suggestions à propos du jeu auquel vous avez joué ou du déroulement de l'activité?

³⁴ Posée uniquement à partir de l'itération 2

³⁵ Posée uniquement à partir de l'itération 4

Section 2 : Connaissances en gestion des données maîtres

Lisez attentivement les énoncés qui suivent et tentez de répondre aux questions au meilleur de votre connaissance. Assurez-vous de sélectionner une seule réponse par question.

1. Concilier de l'information sur un client, dont l'information est répartie au sein de plusieurs systèmes d'information (ou bases de données), est une tâche plutôt ardue à accomplir.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

2. L'érosion des données réfère à un phénomène où plus le temps s'est écoulé depuis la collecte d'une information dans un système, plus cette information s'avère véridique.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

3. Une clé de blocage (« blocking key ») définie sur un certain champ (« Surname » par exemple), groupera les enregistrements ayant la même valeur sur ce champ, et ce afin d'effectuer une comparaison entre ceux-ci après l'indexation des enregistrements. Cela permet de diminuer le temps de traitement d'une analyse entre 2 fichiers de données, car on comparera que des enregistrements similaires.

Dans l'exemple suivant, si on utilise la clé de blocage « Sndx-SN » (voir graphique ci-dessus), les noms « smith », « smithers », « sandy » et « santi » seront regroupés dans un même bloc, car ils ont la même valeur de clé de blocage.

Database A – Blocking information

RecID	Surname	Sndx-SN	Postcode	F3D-PC
a1	smith	s530	2602	260
a2	neighan	n250	2604	260
a3	meier	m600	2050	205
a4	smithers	s536	2012	201
a5	nguyen	n250	2022	202
a6	faulkner	f425	2037	203
a7	sandy	s530	2713	271

Database B – Blocking information

RecID	Surname	Sndx-SN	Postcode	F3D-PC
b1	meier	m600	2000	200
b2	meier	m600	2604	260
b3	smith	s530	2619	261
b4	nguyen	n250	2002	200
b5	fawkner	f256	2037	203
b6	santi	s530	2113	211
b7	cain	c500	2020	202

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

4. Une entité est la représentation d'un objet ou une personne du monde réel qu'on représente dans une base de données par un enregistrement. Par exemple, le patient Adam Smith, né le 12 avril 1996 est une entité.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

5. La distance de Levenshtein, aussi connue sous le nom de « distance d'édition » ou « Edit Distance », est un algorithme qui retourne le nombre de caractères qui différencient la longueur de 2 chaînes (ou mots). Par exemple, la distance de Levenshtein entre « chat » et « chiens » serait de 2, car la seconde chaîne a 2 caractères de plus que la 1^{re}.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

6. À l'étape de localisation des données, où on tente de comprendre où l'information sur les données maîtres réside, on retrouve principalement l'ensemble des données dans les systèmes établis et des informations cruciales dans les systèmes parallèles, les chiffriers de type Excel et les différents documents.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

7. L'étape de standardisation des données peut nécessiter de déconstruire les éléments de données en composantes plus fines ou inversement. Elle peut également nécessiter de standardiser les adresses en formats standards. Par exemple si un système possède ces champs ainsi que ces 2 enregistrements :

<i>Adresse Ligne 1</i>	<i>Adresse Ligne 2</i>	<i>Province</i>	<i>CP</i>
3000 che de la Côte-Ste-Catherine, MTL		Québec	H3T2A7
3000 de la Côte-Sainte-Catherine	Montreal	Qc	H3T 2A7

La standardisation pourrait mener à quelque chose comme cela pour ces 2 enregistrements:

<i>Numéro</i>	<i>Nom</i>	<i>Rue</i>	<i>App</i>	<i>Ville</i>	<i>Province</i>	<i>CP</i>
3000	Chemin	de la Côte-Sainte-Catherine	<i>vide</i>	Montréal	Québec	H3T 2A7
3000	Chemin	de la Côte-Sainte-Catherine	<i>vide</i>	Montréal	Québec	H3T 2A7

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai

- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

8. Lors du couplage, on tentera de maximiser les couples de données (« data match ») qui sont des faux positifs ou faux négatifs, car ils sont les plus importants.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

9. Bien qu'il soit important de parvenir à coupler les bonnes données ensemble (« data matching »), déployer ce qui représente la version unique de la vérité et en faire bon usage dans les différents systèmes est un processus souvent complexe à mettre en place.

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

10. Il est judicieux d'effectuer le couplage des données puis d'effectuer une standardisation des données pour améliorer le nombre de vrais positifs et vrais négatifs

- A. Je suis certain que c'est vrai
- B. Je crois que c'est vrai
- C. Je crois que c'est faux
- D. Je suis certain que c'est faux

Section 3 : Contenu formatif

Les questions qui suivent portent sur les sentiments que vous avez eus lors de la vidéo formative qui a précédé la période d'activité avec l'outil. Pour chaque énoncé, indiquez votre niveau d'accord avec celui-ci.

Encercler votre réponse.

	<i>Totalement en désaccord</i>		<i>Neutre</i>			<i>Totalement en accord</i>	
1. J'ai trouvé que cette leçon était complexe	1	2	3	4	5	6	7
2. Cette leçon était mentalement exigeante	1	2	3	4	5	6	7
3. Cette leçon requérait beaucoup de réflexion et de résolution de problèmes	1	2	3	4	5	6	7
4. J'ai trouvé que cette leçon représentait un défi	1	2	3	4	5	6	7

Comment décririez-vous votre processus d'apprentissage sur l'échelle suivante? L'échelle représente un continuum, votre réponse ne se situe pas nécessaire à l'une des extrémités. Encercler votre réponse.

	<i>Totalement en désaccord</i>			<i>Neutre</i>		<i>Totalement en accord</i>		
1. Efficient	1	2	3	4	5	6	7	Inefficient
2. Organisé	1	2	3	4	5	6	7	Désorganisé
3. Juste	1	2	3	4	5	6	7	Injuste
4. Incompréhensible	1	2	3	4	5	6	7	Compréhensible
5. Satisfaisant	1	2	3	4	5	6	7	Insatisfaisant

Les questions qui suivent vous demandent d'évaluer votre habileté ACTUELLE à utiliser l'outil de gestion des données maîtres (MDMsheet).

Encerclez votre réponse.

	<i>Totalement en désaccord</i>		<i>Neutre</i>			<i>Totalement en accord</i>	
1. J'ai maîtrisé l'utilisation de l'outil	1	2	3	4	5	6	7
2. Je ne peux pas encore utiliser l'outil comme je le souhaiterais	1	2	3	4	5	6	7
3. Je suis capable de bien effectuer des tâches à l'aide de l'outil	1	2	3	4	5	6	7
4. Il ne m'est pas possible d'utiliser l'outil à un niveau que je désire	1	2	3	4	5	6	7
5. Je pense que mon habileté à utiliser l'outil pourrait être améliorée de façon significative	1	2	3	4	5	6	7

Annexe 8 : Feuille d'aide sur les fonctions « Google Sheets » (version 1.2)³⁶

Description	Fonction	Exemple
Récupérer un certain nombre de caractères d'une chaîne à partir de la gauche	=GAUCHE(cellule; nombre_caracteres)	=GAUCHE(« Exemple », 2) → « Ex »
Récupérer un certain nombre de caractères d'une chaîne à partir de la droite	=DROITE(cellule; nombre_caracteres)	=DROITE(« Exemple », 2) → « le »
Mettre une chaîne de caractères en majuscules	=MAJUSCULE(texte)	=MAJUSCULE(« abc ») → « ABC »
Mettre une chaîne de caractères en minuscules	=MINUSCULE(texte)	=MINUSCULE(« ABC ») → « abc »
Mettre la 1re lettre de chaque mot en majuscules, le reste en minuscules	=NOMPROPRE(texte)	=NOMPROPRE(« ABC DEF ») → « Abc Def »
Joindre des chaînes de caractères ensemble	=CONCATENER(chaine1; chaine2;...)	=CONCATENER(« ABC », « 123 ») → « ABC123 »
Nombre de caractères d'une chaîne	=NBCAR(chaine)	=NBCAR(« ABC ») → 3
Répéter une chaîne de caractères	=REPT(chaine; nombre_répétitions)	=REPT(« ABC », 2) → « ABCABC »
Récupérer une partie de la sous-chaîne	=STXT(chaine; début; fin)	=STXT(« ABC », 1, 2) → « AB »
Supprimer les espaces de début et de fin	=SUPPRESPEACE(chaine)	=SUPPRESPEACE(« _ ABC _ ») → « ABC »

³⁶ La version 1 du document contenait les descriptions des fonctions Metaphone et Soundex qui ont été retirées, l'annexe 9 (page suivante) contient ces fonctions.

Annexe 9 : Feuille d'aide sur les fonctions « MDMsheet » (version 2)

Description	Fonction	Exemple(s)
Récupérer un certain nombre de caractères d'une chaîne à partir de la gauche	=GAUCHE(<i>texte</i> , nombre_caractères)	=GAUCHE(« Exemple », 2) → « Ex »
Récupérer un certain nombre de caractères d'une chaîne à partir de la droite	=DROITE(<i>texte</i> , nombre_caractères)	=DROITE(« Exemple », 2) → « le »
Mettre une chaîne de caractères en majuscules	=MAJUSCULE(<i>texte</i>)	=MAJUSCULE(« abc ») → « ABC »
Mettre une chaîne de caractères en minuscules	=MINUSCULE(<i>texte</i>)	=MINUSCULE(« ABC ») → « abc »
Mettre la 1re lettre de chaque mot en majuscule, le reste en minuscules	=NOMPROPRE(<i>texte</i>)	=NOMPROPRE(« john smith ») → « John Smith »
Joindre des chaînes de caractères ensemble	=CONCATENER(<i>chaine1</i> , <i>chaine2</i> , ...)	=CONCATENER(« ABC », « 123 ») → « ABC123 »
Nombre de caractères d'une chaîne de texte	=NBCAR(<i>chaine</i>)	=NBCAR(« ABC ») → 3 =NBCAR(« Exemple ») → 3
Répéter une chaîne de caractères	=REPT(<i>chaine</i> , répétitions)	=REPT(« ABC », 2) → « ABCABC » =REPT(« ABC », 4) → « ABCABCABCABC »
Récupérer une partie de la sous-chaîne	=STXT(<i>chaine</i> , début, nombre_caractères)	=STXT(« ABC », 1, 2) → « AB » =STXT(« ABC », 2, 2) → « BC »
Supprimer les espaces de début et de fin	=SUPPRESpace(<i>chaine</i>)	=SUPPRESpace(« _ ABC _ ») → « ABC » =SUPPRESpace(« ABC _ ») → « ABC »
Retourne la valeur soundex de la chaîne	=SOUNDEX(<i>chaine</i>)	=SOUNDEX(« Euler ») → « E460 » =SOUNDEX(« Ellery ») → « E460 »
Retourne la valeur metaphone de la chaîne	=METAPHONE(<i>chaine</i>)	=METAPHONE(« programmer ») → « PRKRMR » =METAPHONE(« programming ») → « PRKRMNK »
Complète une chaîne jusqu'à une taille donnée	=PAD(<i>chaine</i> , taille_cible, <i>pad</i>)	=PAD(« John », 6, « 0 ») → « John00 »

Combiner des fonctions

Récupérer les 3 derniers caractères et les mettre en majuscules

Chaîne de base : nom → « john smith »

Formule : =MAJUSCULE(DROITE(nom, 3))

Résultat : « ITH »

Fusionner des morceaux de texte

On souhaite utiliser le résultat de plusieurs fonctions et les accoler bout à bout

Chaîne de base : prenom → « john », nom → « smith »

Formule : =CONCATENER(MINUSCULE(prenom), "_", MAJUSCULE(GAUCHE(nom, 1)), ".")

Résultat : « john_S. »

Nom exact de la clé de blocage : BlockingKey

Annexe 10 : Présentation des concepts de gestion des données maîtres aux participants (Vidéo formative)



Données maîtres

- Elles sont des entités d'affaires sur lesquelles une entreprise souhaite conserver de l'information (Clients, produits, etc.)
- Elles sont en général partagées entre plusieurs applications en même temps, ou servent régulièrement au sein d'une seule application telle qu'un progiciel.
- Elles sont plus rarement modifiées.

- Pour faciliter votre compréhension, voici d'autres types de données :
 - Données transactionnelles: une vente d'un produit à un client
 - Données historiques: ventes de 2010

Données maîtres

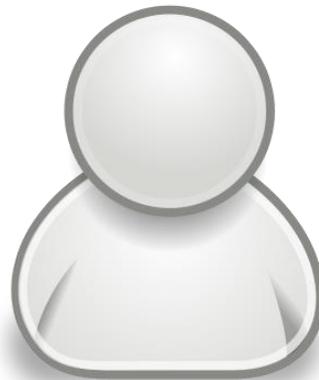
- Une erreur au sein des données maîtres se répercutera sur les données transactionnelles et historiques
- En général, les données maîtres souffrent de ces problèmes:
 - Inexactitude
 - Inconsistance
 - Peu de validité
 - Incomplète
 - Non à jour

Entité

http://www

- Représente souvent un objet physique réel
- Par exemple: vous
 - Vous avez perdu votre mot de passe de votre site favori et vous êtes réinscrits à plus d'une reprise
 - Ce site possède maintenant au moins 2 enregistrements représentant la même entité
 - Le nombre d'utilisateurs du site n'équivaut donc pas au nombre de personnes utilisant le site (entité)

Nom d'utilisateur
Fox93
Fox_93
Fox(93)



Érosion

- L'érosion est le fait que les entités représentées par les données maîtres évoluent au cours du temps.
 - Estimé à 20% annuellement pour des données clientes
- Par exemple:
 - 12% des américains déménagent chaque année, si nos données n'ont pas été mises à jour régulièrement, beaucoup sont désuètes

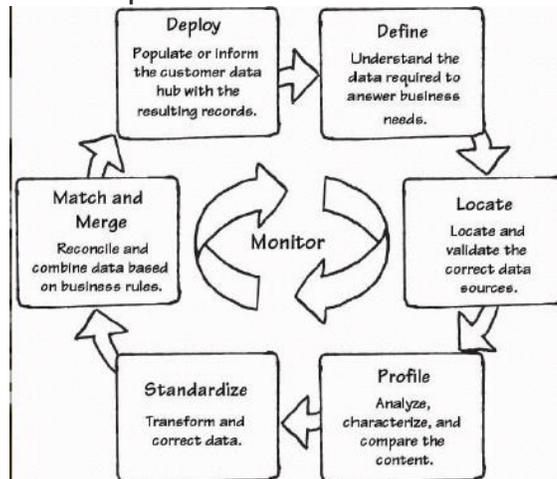


Version unique de la vérité

- La plupart des entreprises utilisent plusieurs systèmes qui contiennent souvent des données sur les mêmes entités, parvenir à une version unique est complexe.
- La gestion des données maîtres vise donc à atteindre cet objectif.

Processus de qualité de la donnée

- Nous verrons sommairement les étapes d'un processus de qualité des données. Ce processus simple s'avère en réalité plutôt complexe à réaliser.



Processus

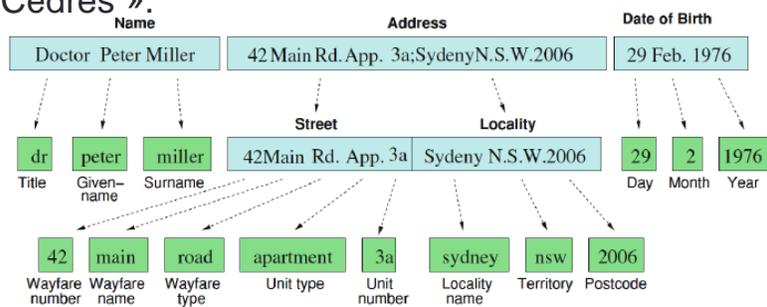
- **Définir**: comprendre la données qui est stockée, la relation avec les autres données
- **Localiser**: trouver où sont les sources de données

Processus

- **Définir:** comprendre la données qui est stockée, la relation avec les autres données
- **Localiser:** trouver où sont les sources de données
- **Profiler:** examiner la structure des données

Processus

- **Définir:** comprendre la données qui est stockée, la relation avec les autres données
- **Localiser:** trouver où sont les sources de données
- **Profiler:** examiner la structure des données
- **Standardiser:** mettre les données sous un même format équivalent. Par exemple « 10 des cèdres » et « 10 rue des Cèdres ».



Processus

- **Définir:** comprendre la données qui est stockée, la relation avec les autres données
- **Localiser:** trouver où sont les sources de données
- **Profiler:** examiner la structure des données
- **Standardiser:** mettre les données sous un même format équivalent. Par exemple « 10 des cèdres » et « 10 rue des Cèdres ».
- **Coupler les données:** jumeler les enregistrements qui représentent la même entité.
 - Il existe diverses techniques, telles que les clés de blocage qui vont regrouper les enregistrements selon une caractéristique et comparer que des groupes similaires.

Clés de blocage

- Sont créées à partir de caractéristiques des enregistrements
- Servent à diminuer le nombre de comparaisons effectuées en regroupant les enregistrements de manière logique
- Il est possible de créer une clé en combinant plusieurs éléments
 - Par exemple:
 - Les 3 premiers caractères du code postal et les 3 premiers caractères du numéro de téléphone (H3T-514)
- Une clé idéale ne crée pas de très petits blocs d'enregistrement, ni des blocs volumineux (beaucoup d'enregistrements)

Processus

- **Définir**: comprendre la données qui est stockée, la relation avec les autres données
- **Localiser**: trouver où sont les sources de données
- **Profiler**: examiner la structure des données
- **Standardiser**: mettre les données sous un même format équivalent. Par exemple « 10 des cèdres » et « 10 rue des Cèdres ».
- **Coupler les données**: jumeler les enregistrements qui représentent la même entité.
- **Déployer**: étape où il faut remettre ces données dans leurs sources

Techniques pour comparer

- **Soundex**
 - Technique développée par le US Census (vers 1910) qui transforme une chaîne de caractères en chiffres (en conservant la 1^{re} lettre). Deux noms assez similaires auront donc la même valeur de soundex:
 - Sandy et Santi: S530
- **Edit-distance**
 - Cette fonction donne le nombre de transformations qu'il faut faire pour passer d'une chaîne de texte à un autre.
 - Pour passer de Sandy à Santi, il faut modifier 2 caractères

Annexe 11 : Consignes données au participant sur le jeu (Itération 5)

Le contenu de cette annexe est le texte qui a été dicté dans une vidéo explication afin de présenter la tâche au participant.

Petit tour rapide de la tâche à effectuer.

Mise en contexte

Deux entreprises qui œuvrent dans la métallurgie, MetalTech et TinySheet ont récemment fusionné. Elles possèdent chacune des données sur leurs fournisseurs, mais souhaitent maintenant effectuer des commandes conjointes. Suite à une analyse partielle des données, plusieurs problèmes de qualité des données ont été identifiés.

Votre défi sera donc de tenter d'identifier, dans leurs listes de fournisseurs, lesquels sont en fait la même entreprise. Ces fournisseurs peuvent avoir diverses adresses, vous devrez vous concentrer à lier les entreprises qui vous semblent être la même, que ce soit par leur nom aux dossiers ou par tout autre attribut.

Fonctionnement du jeu

Vous avez 1 seul onglet d'ouvert dans votre navigateur, qui se situe présentement sur le jeu.

Passons d'abord aux données sources. On retrouve les 2 entreprises dans 2 différents onglets. Chaque onglet comprend donc les données des différentes compagnies, comme on le voit, on arrive d'abord sur le schéma de données, mais on va se rendre tout de suite dans l'onglet suivant. Comme vous pouvez le constater, MetalTech possède 1506 fournisseurs. Comme on peut également le constater, les enregistrements sont triés en ordre d'entrée dans le système. Malgré cela, votre tâche se limitera pour commencer aux fournisseurs débutants par la lettre A.

Nous débuterons par créer une nouvelle colonne pour définir notre clé de tri. Pour qu'elle soit reconnue, elle doit être nommée BlockingKey, avec la bonne casse, soit un B majuscule et un K majuscule.

Vous pouvez utiliser les fonctions similaires à celles d'Excel qui ont été intégrées pour tenter de créer une clé de blocage dans cette colonne. Un résumé de fonctions pertinentes se trouve sur une feuille à votre gauche, ne la regardez pas tout de suite, vous aurez du temps à la fin de cette

vidéo pour analyser cette feuille. Notez que toutes les fonctions sont répertoriées sur cette liste, utiliser une autre fonction que vous pourriez connaître d'Excel ne devrait pas fonctionner et générer des erreurs.

En cliquant sur l'engrenage dans l'en-tête de la colonne, on pourrait par exemple créer une clé de blocage qui prendrait que la première lettre du nom de la compagnie en insérant « égal » GAUCHE(nom de la variable contenant le nom de l'entreprise, soit « name »). Vous pouvez utiliser le nom de toutes les colonnes qui apparaissent pour générer vos fonctions et pouvez même utiliser vos propres colonnes pour y arriver. Une fois fait, vous pouvez tester votre formule, lorsque le bouton de calcul n'est plus grisé, cela signifie qu'à première vue aucune erreur majeure n'a été détectée. En cliquant sur calculer les champs, la fonction sera soumise pour un calcul, s'il n'y a aucune erreur, vous pourrez poursuivre.

La clé que je viens de créer n'est pas tant pertinente puisque les blocs créés seront assez volumineux et prendront du temps à traiter. Il s'agit donc d'un exemple que vous ne devrez pas reproduire. Il vous est fortement suggéré de créer une clé qui soit plus complexe.

Du temps vous sera octroyé afin de créer votre clé de blocage, temps pendant lequel vous ne pourrez pas effectuer de couplage.

Passons maintenant à l'autre onglet, que vous pourrez ouvrir uniquement lorsqu'on vous l'indiquera. « Couplage manuel », c'est là que vous passerez la plus grande partie du temps. Cet écran présente les données des deux entreprises côtes à côtes, triées en ordre alphabétique. Comme on peut le voir, le menu déroulant contient les clés de blocage que nous avons définies.

Passez en revue les entreprises et si vous croyez voir un lien, cochez les enregistrements liés et appuyez sur coupler.

Dirigeons-nous dans notre clé de blocage A.

Comme on peut le constater, aucun enregistrement n'apparaît dans la colonne de droite, en effet, nous avons oublié de procéder à la création de la clé pour le second onglet, il s'agit d'une erreur commune. Allons maintenant la corriger.

Je répète la démarche, soit d'entrer « égal » GAUCHE(nom de la variable contenant le nom de l'entreprise, soit « name »). On teste et on soumet!

Si je retourne, on voit maintenant que les 2 colonnes sont peuplées.

Prenons ABC Naco, je clique sur les enregistrements, puis je fais coupler. On peut coupler dans une seule colonne, ou des deux côtés et le nombre n'a pas d'importance tant qu'ils font partie de la même entité!

Pour vous faciliter la vie, les enregistrements couplés apparaissent maintenant en vert.

Si vous descendez, vous pouvez maintenant voir les enregistrements groupés. Ces boutons sont des opérations qui agissent sur les groupes.

Pour passer à la clé suivante, il suffit d'appuyer sur ce bouton. Pour cocher ou décocher tous les enregistrements d'une colonne, vous pouvez appuyer ici. Cela devrait grandement vous aider si votre clé a été bien conçue.

Si vous couplez des enregistrements qui n'appartiennent pas à la même entité, ils apparaissent en rouge et un message d'erreur vous l'indiquera, vous aurez alors le choix de dissocier le groupe immédiatement, ou d'annuler pour regarder les différents enregistrements du groupe. Si vous rafraîchissez la page, vous perdrez toute indication de vos erreurs.

Si un groupe vous semble finalement incorrect ou incomplet, vous pouvez le cocher et le dissocier. Vous pouvez également fusionner 2 groupes que vous avez créés. Si vous désirez placer un enregistrement déjà placé, vous pouvez dissocier son groupe et rafraîchir la page.

Le jeu sera divisé en 2 parties. Vous aurez d'abord 15 minutes pour la création de votre clé ainsi que pour vérifier son fonctionnement. Pendant ce temps, vous ne devriez pas coupler des enregistrements.

Le temps est affiché en haut à droite.

Ensuite, vous aurez 30 minutes pour procéder au couplage des enregistrements. Si nécessaire, vous êtes autorisés à revenir à la définition de votre clé.

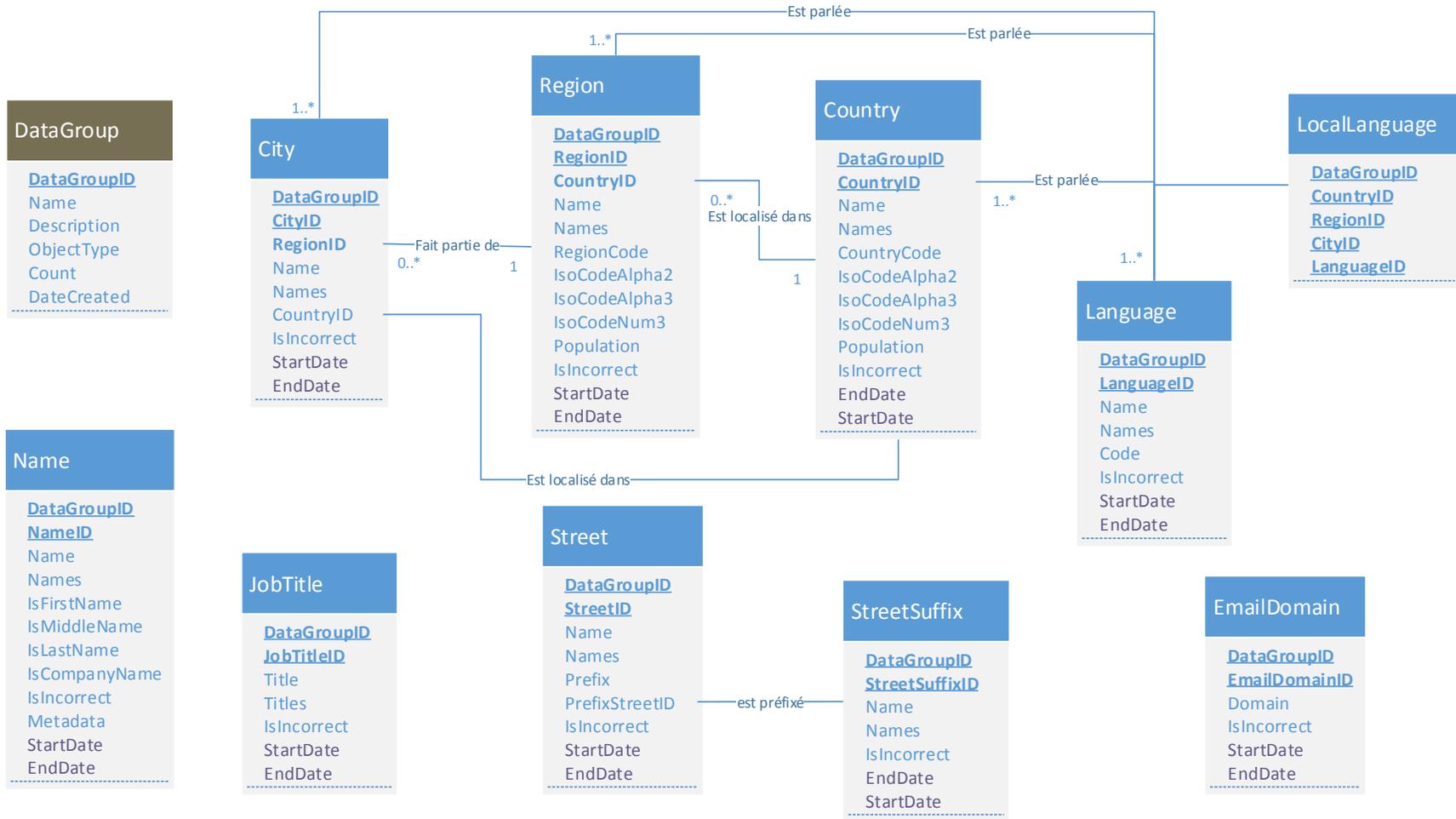
Comme vous l'avez constaté, aujourd'hui vous ne jouerez pas seul, vous jouerez contre un autre participant à l'étude. Votre score ainsi que celui de votre opposant sera affiché à côté du temps. De plus, vous serez jugé sur les économies monétaires que vous aurez fait réaliser à votre entreprise. Tentez de faire de votre mieux!

Si un problème survient, le temps sera arrêté et une intervention aura lieu pour tenter de régler le problème.

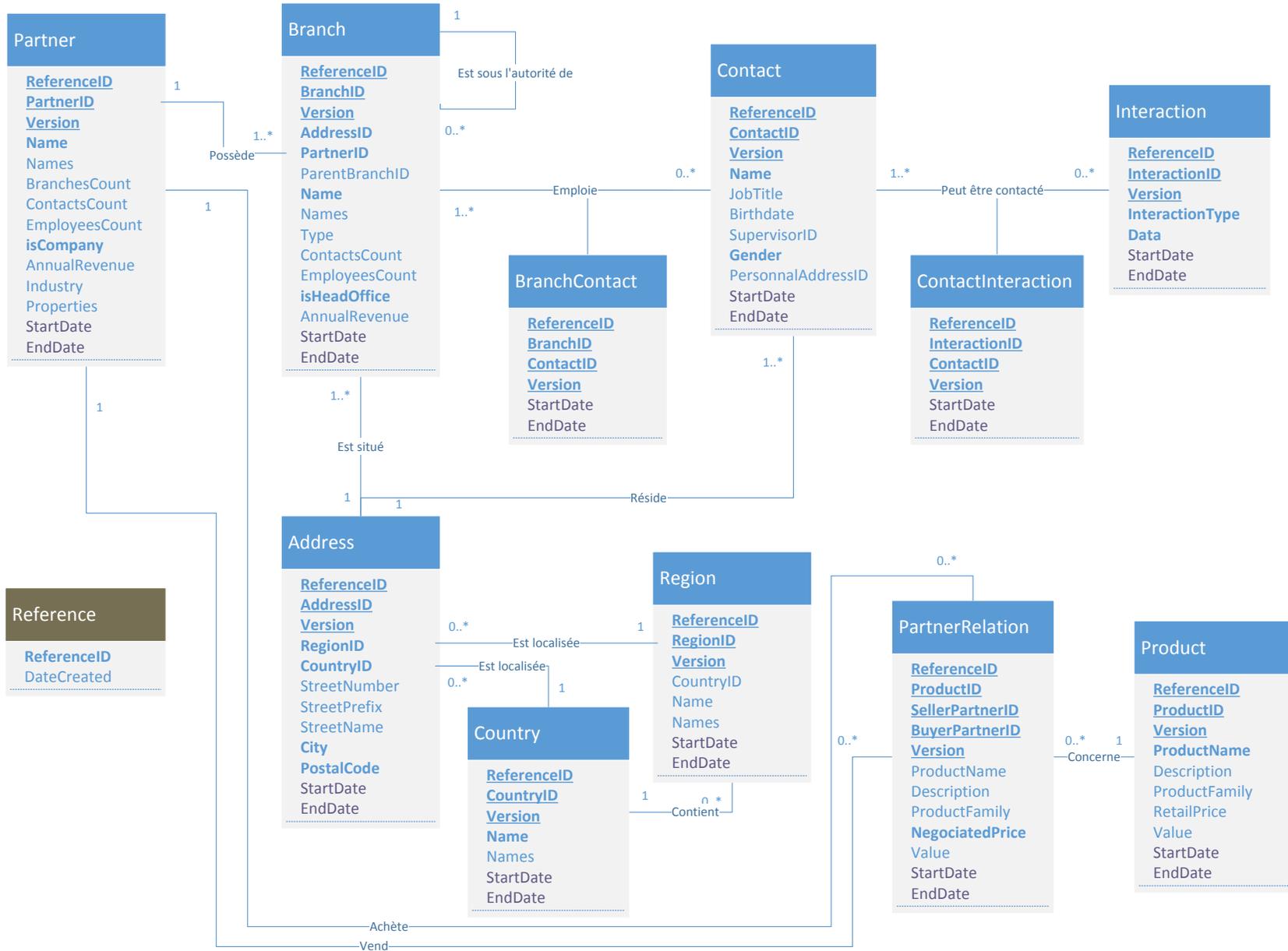
Rappel de la tâche

- Concentrez-vous sur les entreprises débutant par la lettre A, les autres ne comptent pas dans votre score.
- Vous devez joindre les entreprises qui peuvent être composées de plusieurs succursales
- Les entités (groupes d'enregistrement) correctement identifiées améliorent votre score
- En cas de doute, il est préférable de ne pas inclure un enregistrement dans un groupe d'enregistrements

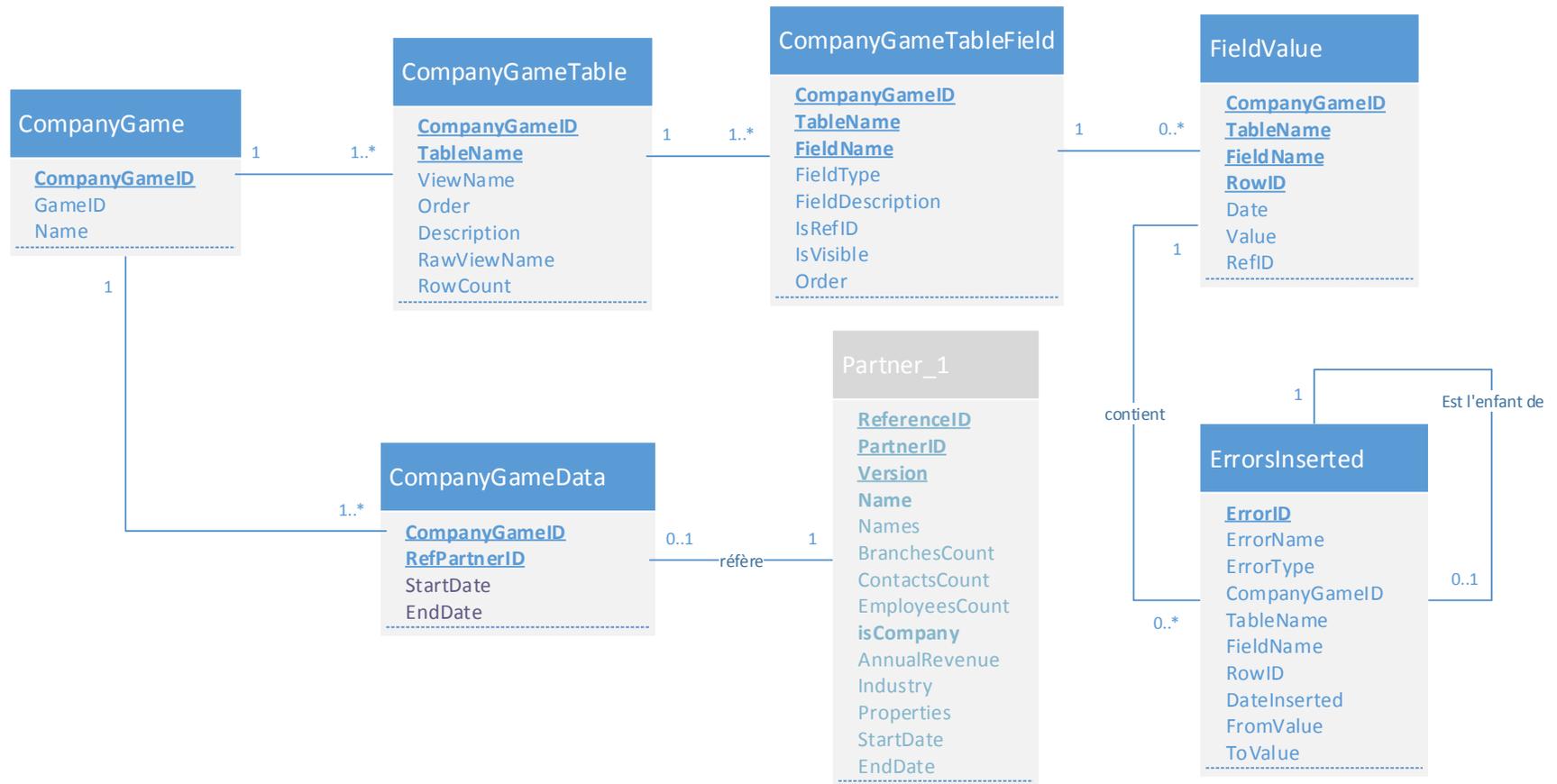
Annexe 12 : Diagramme de structure de données (niveau données sources)



Annexe 13 : Diagramme de structure de données (niveau données de référence)



Annexe 14 : Diagramme structure de données (niveau données des entreprises fictives)



Annexe 15 : Écran d'inscription des participants

MDMsheet Admin

Données MetalTech Données TinySheet Pairage manuel Résultats

Subscription

<input type="text" value="Username"/>	<input type="text" value="Password"/>
<input type="text" value="FullName"/>	<input type="text" value="Password confirmation"/>
<input type="text" value="E-mail"/>	
<input type="text" value="E-mail confirmation"/>	

© 2016

Annexe 16 : Profil démographique des participants aux expérimentations – Par expérimentation - détaillé

Catégorie	Itération 1		Itération 2		Itération 3		Itération 4		Itération 5		Contrôle		Total		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Âge des participants	18 à 24 ans	3	75,0	5	71,4	4	66,7	3	50,0	4	83,3	2	22,2	21	55,3
	25 à 34 ans	1	25,0	2	28,6	1	16,7	2	28,6	2	33,3	4	44,4	12	31,6
	35 à 49 ans					1	16,7	1	16,7			3	33,3	5	13,2
Genre	Femme	4	100	3	42,9	2	33,3	4	83,3	3	50,0	5	55,5	21	55,3
	Homme			4	57,1	4	66,7	2	16,7	3	50,0	4	44,4	17	44,7
Niveau d'études	Ph. D.							2	33,3					2	5,3
	M. Sc.	3	75,0	3	42,9	1	16,7			4	83,3	2	22,2	13	34,2
	B.A.A. / bacc.	1	25,0	3	42,9	4	66,7	3	50,0	2	33,3	4	44,4	17	44,7
	Certificat							1	16,7			2	22,2	3	7,9
	D.E.S.S.			1	14,3	1	16,7							2	5,3
	S.O.											1	11,1	1	2,6
Domaine d'étude	Gestion – TI	3	75,0	5	71,4	1	16,7	1	16,7	2	33,3	1	11,1	13	34,2
	Gestion – Économie					2	33,3							2	5,3
	Gestion – Marketing							2	33,3	1	16,7	1	11,1	4	10,5
	Gestion – sans spéc.	1	25,0									3	33,3	4	10,5
	Gestion – autre spéc.			2	28,6	2	33,3	3	50,0	2	33,3	1	11,1	10	26,3
	Autre					1	16,7			1	16,7	3	33,3	5	13,2
Total		4		7		6		6		6		9		38	

Afin de préserver l'anonymat des participants, tous les groupes comprenant 1 individu ont été agrégés. Les autres domaines de la gestion incluent entrepreneuriat, intelligence d'affaires, management, recherche opérationnelle, comptabilité, ressources humaines, finance, gestion de projets, mixtes, chaîne logistique. Les autres programmes incluent psychologie, éducation, ergothérapie et pharmacie.

Annexe 17 : Moyenne des différentes variables mesurées

Variable	Base	con	1	2	3	4	5	TI	Non-TI	Non-con	Total
n		9	4	7	6	6	6	14	24	29	38
Kpré	5	3,34	3,95	3,36	3,48	3,34†	3,62	3,47†	3,48	3,52†	3,48†
KpréExact	1	0,60	0,80	0,61	0,63	0,62†	0,68	0,62†	0,66	0,66†	0,65†
KpréCert	1	0,30	0,50	0,30	0,35	0,22†	0,38	0,42†	0,28	0,34†	0,33†
Kpost	5	3,66	4,35	3,76	3,85	3,49†	3,82	3,83†	3,76	3,83†	3,78†
KpostExact	1	0,66	0,85	0,70	0,73	0,61†	0,72	0,72†	0,69	0,72†	0,70†
KpostCert	1	0,72	0,85	0,61	0,68	0,51†	0,75	0,68†	0,69	0,67†	0,68†
Kdelta	5	0,31	0,40	0,40	0,37	0,14†	0,20	0,36†	0,28	0,30†	0,31†
KdeltaExact	1	0,06	0,05	0,09	0,10	-0,01†	0,03	0,09†	0,04	0,06†	0,06†
KdeltaCert	1	0,42	0,35	0,31	0,33	0,29†	0,37	0,25†	0,41	0,33†	0,35†
Diff	7	3,94	2,00	4,36	3,58	4,38	3,92	3,54	3,99	3,78	3,82
Satis	7	5,11	6,00	5,20	4,30	5,23	4,67	5,21	4,94	5,02	5,04
SE	7		5,10	2,83	2,53	3,13	3,30	3,58	2,96	3,24	3,24
SUS	100		70,00	60,00	51,25	63,75	62,92	63,85	58,59	60,95	60,95
SUSadj	7		4,50	4,29	3,50	4,83	4,00	4,31	4,13	4,21	4,21
SUPP11	5		3,50	3,14	3,50	3,50	3,16	3,31	3,38	3,44	3,34
SUPP12	5			2,71	3,17	3,50	3,00	2,60	3,40	3,08	3,08
SUPP13	5			2,71	3,00	3,33	4,00	3,40	3,13	3,24	3,24
SUPP14	5			2,57	3,17	3,33	4,17	3,50	3,13	3,28	3,28
SUPP15	5					3,67	3,00	3,25	3,38	3,33	3,33

†Un participant de l'itération 4 a été retiré pour ces mesures

Annexe 18 : Matrice des P-valeurs des différentes variables

	con & 1	con & 2	con & 3	con & 4	con & 5	con & nonC	1 & 2	1 & 3	1 & 4	1 & 5	2 & 3	2 & 4	2 & 5	3 & 4	3 & 5	4 & 5	TI & nonTI
Kpré[‡]	0,050 ^b	0,918	0,689	0,797	0,224	0,373	0,024 ^b	0,019 ^b	0,032 ^b	0,067 ^a	0,945	0,755	0,366	0,247	0,310	0,082 ^a	0,766
KpréExact[‡]	0,076 ^a	1,000	0,432	0,898	0,529	0,475	0,042 ^b	0,019 ^b	0,063 ^a	0,067 ^a	0,836	1,000	0,628	0,792	0,310	0,429	0,718
KpréCert[‡]	0,106	1,000	0,388	0,298	0,689	0,614	0,109	0,171	0,032 ^b	0,352	0,731	0,343	0,534	0,177	0,937	0,082 ^a	0,049 ^b
Kpost[†]	0,053 ^a	0,303	0,304	0,449	0,265	0,196	0,055 ^a	0,129	0,016 ^b	0,057 ^a	0,314	0,216	0,418	0,124	0,350	0,124	0,494
KpostExact[†]	0,380	0,303	0,265	0,259	0,194	0,196	0,115	0,176	0,032 ^b	0,086 ^a	0,366	0,134	0,418	0,089 ^a	0,409	0,089 ^a	0,395
KpostCert[†]	0,130	0,235	0,388	0,095 ^a	0,345	0,371	0,082 ^a	0,129	0,016 ^b	0,238	0,314	0,320	0,223	0,165	0,295	0,063 ^a	0,432
Kdelta[†]	0,413	0,235	0,388	0,399	0,345	0,424	0,394	0,457	0,365	0,381	0,500	0,265	0,223	0,215	0,295	0,466	0,302
KdeltaExact[†]	0,500	0,341	0,304	0,303	0,432	0,452	0,324	0,305	0,365	0,457	0,366	0,134	0,314	0,124	0,243	0,331	0,153
KdeltaCert[†]	0,252	0,204	0,228	0,182	0,304	0,135	0,324	0,500	0,453	0,457	0,418	0,378	0,366	0,466	0,469	0,396	0,021 ^b
Diff[†]	0,017 ^a	0,268	0,304	0,265	0,478	0,420	0,006 ^c	0,057 ^a	0,019 ^b	0,019 ^b	0,314	0,473	0,473	0,243	0,469	0,409	0,158
Satis[†]	0,053 ^a	0,379	0,194	0,345	0,345	0,420	0,055 ^a	0,086 ^a	0,305	0,057 ^a	0,223	0,366	0,473	0,155	0,469	0,197	0,280
SE[†]							0,012 ^b	0,019 ^b	0,034 ^b	0,089 ^a	0,366	0,117	0,183	0,120	0,120	0,350	0,295
SUS[†]							0,055 ^a	0,176	0,238	0,238	0,183	0,223	0,223	0,197	0,295	0,500	0,212
SUPP11[†]							0,324	0,457	0,457	0,381	0,366	0,314	0,473	0,409	0,350	0,350	0,406
SUPP12[†]											0,366	0,183	0,366	0,409	0,469	0,295	0,065 ^a
SUPP13[†]											0,418	0,223	0,037 ^b	0,350	0,090 ^a	0,243	0,322
SUPP14[†]											0,267	0,183	0,018 ^b	0,409	0,090 ^a	0,197	0,284
SUPP15[†]																0,155	0,467

[†]test unilatéral, [‡]test bilatéral

^a $p \leq 0,10$, ^b $p \leq 0,05$, ^c $p \leq 0,01$

Valeurs obtenues avec le test non paramétrique Mann-Whitney

Annexe 19 : Tableau – Distribution des réponses dans les différents types de réponses, pré-expérimentation, par groupe, en pourcentage

Question	Réponse	Correcte et certain					Correcte et incertain					Incorrecte et incertain					Incorrecte et certain				
		Kpré	Kpré-con	Kpré-nonC	Kpré-TI	Kpré-nonTI	Kpré	Kpré-con	Kpré-nonC	Kpré-TI	Kpré-nonTI	Kpré	Kpré-con	Kpré-nonC	Kpré-TI	Kpré-nonTI	Kpré	Kpré-con	Kpré-nonC	Kpré-TI	Kpré-nonTI
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	V	27,0	11,1	32,1	46,2	16,7	45,9	55,6	42,9	38,5	50,0	24,3	33,3	21,4	15,4	29,2	2,7	0	3,6	0	4,2
2	F	35,1	22,2	39,3	53,8	25,0	35,1	44,4	32,1	23,1	41,7	24,3	22,2	25,0	15,4	29,2	5,4	11,1	3,6	7,7	4,2
3	F	40,5	22,2	46,4	46,2	37,5	29,7	44,4	25,0	23,1	33,3	24,3	22,2	25,0	23,1	25,0	5,4	11,1	3,6	7,7	4,2
4	V	29,7	44,4	25,0	23,1	33,3	43,2	22,2	50,0	46,2	41,7	18,9	22,2	17,9	15,4	20,8	8,1	11,1	7,1	15,4	4,2
5	F	0	0	0	0	0	13,5	11,1	14,3	0	20,8	62,2	66,7	60,7	69,2	58,3	24,3	22,2	25,0	30,8	20,8
6	V	16,2	22,2	14,3	15,4	16,7	59,5	66,7	57,1	46,2	66,7	21,6	11,1	25,0	30,8	16,7	2,7	0,0	3,6	7,7	0
7	V	54,1	55,6	53,6	61,5	50,0	40,5	33,3	42,9	30,8	45,8	0	0	0	0	0	5,4	11,1	3,6	7,7	4,2
8	F	5,4	11,1	3,6	7,7	4,2	54,1	55,6	53,6	38,5	62,5	40,5	33,3	42,9	53,8	33,3	0	0	0	0	0
9	V	45,9	33,3	50,0	53,8	41,7	48,6	44,4	50,0	46,2	50,0	5,4	22,2	0	0	8,3	0	0	0	0	0
10	F	5,4	0	7,1	15,4	0	16,2	0	21,4	7,7	20,8	59,5	88,9	50,0	53,8	62,5	18,9	11,1	21,4	23,1	16,7
Total		25,9	22,2	27,1	32,3	22,5	38,6	37,8	38,9	30,0	43,3	28,1	32,2	26,8	27,7	28,3	7,3	7,8	7,1	10,0	5,8

Annexe 20 : Tableau – Distribution des réponses dans les différents types de réponses, post-expérimentation, par groupe, en pourcentage

Question	Réponse	Correcte et certain					Correcte et incertain					Incorrecte et incertain					Incorrecte et certain				
		Kpost	Kpost-con	Kpost-nonC	Kpost-TI	Kpost-nonTI	Kpost	Kpost-con	Kpost-nonC	Kpost-TI	Kpost-nonTI	Kpost	Kpost-con	Kpost-nonC	Kpost-TI	Kpost-nonTI	Kpost	Kpost-con	Kpost-nonC	Kpost-TI	Kpost-nonTI
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	V	54,1	66,7	50,0	53,8	54,2	24,3	22,2	25,0	30,8	20,8	13,5	0	17,9	15,4	12,5	8,1	11,1	7,1	0	12,5
2	F	64,9	55,6	67,9	69,2	62,5	2,7	0	3,6	7,7	0	10,8	11,1	10,7	0	16,7	21,6	33,3	17,9	23,1	20,8
3	F	43,2	33,3	46,4	46,2	41,7	10,8	0	14,3	7,7	12,5	8,1	0	10,7	15,4	4,2	37,8	66,7	28,6	30,8	41,7
4	V	83,3	77,8	85,2	69,2	91,3	5,6	11,1	3,7	7,7	4,3	8,3	0	11,1	15,4	4,3	2,8	11,1	0	7,7	0
5	F	54,1	66,7	50,0	61,5	50,0	13,5	11,1	14,3	7,7	16,7	18,9	22,2	17,9	15,4	20,8	13,5	0	17,9	15,4	12,5
6	V	43,2	44,4	42,9	38,5	45,8	45,9	44,4	46,4	46,2	45,8	10,8	11,1	10,7	15,4	8,3	0	0	0	0	0
7	V	86,5	77,8	89,3	92,3	83,3	8,1	0	10,7	7,7	8,3	2,7	11,1	0	0	4,2	2,7	11,1	0	0	4,2
8	F	21,6	33,3	17,9	7,7	29,2	24,3	22,2	25,0	23,1	25,0	45,9	44,4	46,4	53,8	41,7	8,1	0	10,7	15,4	4,2
9	V	67,6	77,8	64,3	69,2	66,7	27,0	11,1	32,1	30,8	25,0	5,4	11,1	3,6	0	8,3	0	0	0	0	0
10	F	16,2	0	21,4	30,8	8,3	5,4	0	7,1	7,7	4,2	21,6	44,4	14,3	15,4	25,0	56,8	55,6	57,1	46,2	62,5
Total		53,4	53,3	53,4	53,8	53,1	16,8	12,2	18,3	17,7	16,3	14,6	15,6	14,3	14,6	14,6	15,2	18,9	14,0	13,8	15,9

Annexe 21 : Tableau – Distribution des réponses dans les différents types de réponses, pré-expérimentation, par groupe, en valeurs numériques

Question	Réponse	Correcte et certain					Correcte et incertain					Incorrecte et incertain					Incorrecte et certain				
		Kpré	Kpré-con	Kpré-nonC	Kpré-TI	Kpré-nonTI	Kpré	Kpré-con	Kpré-nonC	Kpré-TI	Kpré-nonTI	Kpré	Kpré-con	Kpré-nonC	Kpré-TI	Kpré-nonTI	Kpré	Kpré-con	Kpré-nonC	Kpré-TI	Kpré-nonTI
		n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
1	V	10	1	9	6	4	17	5	12	5	12	9	3	6	2	7	1	0	1	0	1
2	F	13	2	11	7	6	13	4	9	3	10	9	2	7	2	7	2	1	1	1	1
3	F	15	2	13	6	9	11	4	7	3	8	9	2	7	3	6	2	1	1	1	1
4	V	11	4	7	3	8	16	2	14	6	10	7	2	5	2	5	3	1	2	2	1
5	F	0	0	0	0	0	5	1	4	0	5	23	6	17	9	14	9	2	7	4	5
6	V	6	2	4	2	4	22	6	16	6	16	8	1	7	4	4	1	0	1	1	0
7	V	20	5	15	8	12	15	3	12	4	11	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1
8	F	2	1	1	1	1	20	5	15	5	15	15	3	12	7	8	0	0	0	0	0
9	V	17	3	14	7	10	18	4	14	6	12	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0
10	F	2	0	2	2	0	6	0	6	1	5	22	8	14	7	15	7	1	6	3	4
Total		96	20	76	42	54	143	34	109	39	104	104	29	75	36	68	27	7	20	13	14

Annexe 22 : Tableau – Distribution des réponses dans les différents types de réponses, post-expérimentation, par groupe, en valeurs numériques

Question	Réponse	Correcte et certain					Correcte et incertain					Incorrecte et incertain					Incorrecte et certain				
		Kpost	Kpost-con	Kpost-nonC	Kpost-TI	Kpost-nonTI	Kpost	Kpost-con	Kpost-nonC	Kpost-TI	Kpost-nonTI	Kpost	Kpost-con	Kpost-nonC	Kpost-TI	Kpost-nonTI	Kpost	Kpost-con	Kpost-nonC	Kpost-TI	Kpost-nonTI
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	V	20	6	14	7	13	9	2	7	4	5	5	0	5	2	3	3	1	2	0	3
2	F	24	5	19	9	15	1	0	1	1	0	4	1	3	0	4	8	3	5	3	5
3	F	16	3	13	6	10	4	0	4	1	3	3	0	3	2	1	14	6	8	4	10
4	V	30	7	23	9	21	2	1	1	1	1	3	0	3	2	1	1	1	0	1	0
5	F	20	6	14	8	12	5	1	4	1	4	7	2	5	2	5	5	0	5	2	3
6	V	16	4	12	5	11	17	4	13	6	11	4	1	3	2	2	0	0	0	0	0
7	V	32	7	25	12	20	3	0	3	1	2	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
8	F	8	3	5	1	7	9	2	7	3	6	17	4	13	7	10	3	0	3	2	1
9	V	25	7	18	9	16	10	1	9	4	6	2	1	1	0	2	0	0	0	0	0
10	F	6	0	6	4	2	2	0	2	1	1	8	4	4	2	6	21	5	16	6	15
Total		197	48	149	70	127	62	11	51	23	39	54	14	40	19	35	56	17	39	18	38

Annexe 23 : Tableau – Pourcentage des réponses étant incorrectes (catégorie 1), post-expérimentation, par groupe

Question	Réponse	K_{post}	$K_{post-con}$	$K_{post-nonC}$	$K_{post-TI}$	$K_{post-nonTI}$
n	-	37	9	28	13	24
10	F	78,4 %	100,0 %	71,4 %	61,5 %	87,5 %
8	F	54,1 %	44,4 %	57,1 %	69,2 %	45,8 %
3	F	45,9 %	66,7 %	39,3 %	46,2 %	45,8 %
2	F	32,4 %	44,4 %	28,6 %	23,1 %	37,5 %
5	F	32,4 %	22,2 %	35,7 %	30,8 %	33,3 %
1	V	21,6 %	11,1 %	25,0 %	15,4 %	25,0 %
4	V	11,1 %	11,1 %	11,1 %	23,1 %	4,3 %
6	V	10,8 %	11,1 %	10,7 %	15,4 %	8,3 %
7	V	5,4 %	22,2 %	0	0	8,3 %
9	V	5,4 %	11,1 %	3,6 %	0	8,3 %

Les valeurs en surbrillance sont celles qui remplissent le critère afin d'appartenir à la catégorie 1, les questions ont été triées de la moins bien réussie à la plus réussie selon le groupe Kpost.

Annexe 24 : Tableau – Pourcentage des réponses étant correctes et certaines (catégorie 2), post-expérimentation, par groupe

Question	Réponse	K_{post}	$K_{post-con}$	$K_{post-nonC}$	$K_{post-TI}$	$K_{post-nonTI}$
n	-	37	9	28	13	24
7	V	86,5 %	77,8 %	89,3 %	92,3 %	83,3 %
4	V	83,3 %	77,8 %	85,2 %	69,2 %	91,3 %
9	V	67,6 %	77,8 %	64,3 %	69,2 %	66,7 %
2	F	64,9 %	55,6 %	67,9 %	69,2 %	62,5 %
1	V	54,1 %	66,7 %	50,0 %	53,8 %	54,2 %
5	F	54,1 %	66,7 %	50,0 %	61,5 %	50,0 %
3	F	43,2 %	33,3 %	46,4 %	46,2 %	41,7 %
6	V	43,2 %	44,4 %	42,9 %	38,5 %	45,8 %
8	F	21,6 %	33,3 %	17,9 %	7,7 %	29,2 %
10	F	16,2 %	0	21,4 %	30,8 %	8,3 %

Les valeurs en surbrillance sont celles qui remplissent le critère afin d'appartenir à la catégorie 2, les questions ont été triées de la plus réussie à la moins bien réussie selon le groupe Kpost.

Annexe 25 : Matrices de corrélation entre les items et statistiques des items

Difficulté de la tâche

Diff	Diff1	Diff2	Diff3	Diff4	Moyenne si supprimé	Variance si supprimé	Alpha de Cronbach si supprimé
Diff1	1,000	0,646	0,479	0,387	11,49	21,535	0,807
Diff2	0,646	1,000	0,556	0,590	11,16	18,140	0,742
Diff3	0,479	0,556	1,000	0,602	11,57	17,586	0,774
Diff4	0,387	0,590	0,602	1,000	10,95	18,164	0,785

Satisfaction

Satis	Satis1	Satis2	Satis3	Satis4rev	Satis5	Moyenne si supprimé	Variance si supprimé	Alpha de Cronbach si supprimé
Satis1	1,000	0,699	0,767	0,468	0,800	11,58	23,710	0,872
Satis2	0,699	1,000	0,762	0,634	0,622	11,71	23,779	0,878
Satis3	0,767	0,762	1,000	0,478	0,753	11,92	26,075	0,870
Satis4rev	0,468	0,634	0,478	1,000	0,566	12,11	30,475	0,913
Satis5	0,800	0,622	0,753	0,566	1,000	11,84	25,650	0,873

Auto-efficacité

SE	SE1	SE2rev	SE3	SE4rev	SE5rev	Moyenne si supprimé	Variance si supprimé	Alpha de Cronbach si supprimé
SE1	1,000	0,448	0,814	0,510	0,561	12,07	30,148	0,832
SE2rev	0,448	1,000	0,342	0,715	0,563	13,00	32,077	0,855
SE3	0,814	0,342	1,000	0,598	0,551	11,96	31,960	0,832
SE4rev	0,510	0,715	0,598	1,000	0,573	13,19	30,157	0,824
SE5rev	0,561	0,563	0,551	0,573	1,000	14,22	34,256	0,841

SUS – matrice de corrélation

SUS	SUS1	SUS2	SUS3	SUS4rev	SUS5	SUS6rev	SUS7	SUS8rev	SUS9	SUS10rev
SUS1	1,000	0,370	0,544	0,352	0,425	0,246	0,265	0,388	0,498	-0,028
SUS2	0,370	1,000	0,704	0,500	0,264	-0,116	0,500	0,442	0,405	0,129
SUS3	0,544	0,704	1,000	0,724	0,309	0,218	0,667	0,534	0,370	0,255
SUS4rev	0,352	0,500	0,724	1,000	0,090	0,215	0,621	0,385	-0,006	0,230
SUS5	0,425	0,264	0,309	0,090	1,000	0,437	0,225	0,155	0,401	-0,120
SUS6rev	0,246	-0,116	0,218	0,215	0,437	1,000	-0,099	0,176	0,135	0,079
SUS7	0,265	0,500	0,667	0,621	0,225	-0,099	1,000	0,238	0,167	0,367
SUS8rev	0,388	0,442	0,534	0,385	0,155	0,176	0,238	1,000	0,379	0,072
SUS9	0,498	0,405	0,370	-0,006	0,401	0,135	0,167	0,379	1,000	-0,166
SUS10rev	-0,028	0,129	0,255	0,230	-0,120	0,079	0,367	0,072	-0,166	1,000

SUS – Statistiques items

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Cronbach's Alpha if Item Deleted
SUS1	31,21	32,841	0,778
SUS2rev	30,82	31,485	0,770
SUS3	30,93	30,291	0,745
SUS4rev	30,75	31,676	0,775
SUS5	31,29	35,323	0,798
SUS6rev	30,50	37,889	0,811
SUS7	30,71	32,138	0,777
SUS8rev	31,07	33,106	0,784
SUS9	31,29	34,360	0,799
SUS10rev	30,64	37,571	0,824

Annexe 26 : Échelle SUS corrigée – proposition

		<i>Pas du tout d'accord</i>		<i>Neutre</i>	<i>Tout à fait d'accord</i>	
1.	Je pense que j'aimerais utiliser ce produit fréquemment	1	2	3	4	5
2.	Je trouve que ce produit est particulièrement complexe	1	2	3	4	5
3.	J'ai trouvé que le produit était facile à utiliser	1	2	3	4	5
4.	Je pense que j'aurais besoin de l'aide d'un technicien pour l'utilisation	1	2	3	4	5
5.	J'ai trouvé que les différentes fonctions du produit étaient bien intégrées	1	2	3	4	5
6.	J'ai trouvé qu'il y avait trop d'incohérences dans le produit	1	2	3	4	5
7.	J'imagine que plusieurs personnes apprendront vite à utiliser le produit	1	2	3	4	5
8.	J'ai trouvé que le produit était pénible à utiliser	1	2	3	4	5
9.	Je me sens en confiance lors de l'utilisation du produit	1	2	3	4	5
10.	J'ai eu besoin d'apprendre beaucoup de choses avant d'utiliser le produit	1	2	3	4	5

Version originale par Brooke (1996) et traduction par Scapin (1999), modifiée dans Larue (2009) pour prendre en compte les altérations ultérieures de la version anglophone et modification dans le présent mémoire.

Annexe 27 : Éléments pouvant être potentiellement corrigés par une nouvelle itération

Élément	Solution potentielle
2. Difficulté à corriger une erreur commise	Améliorer l'interface de présentation des groupes couplés, quitte à créer une page additionnelle dédiée à cette tâche.
5. La sélection des enregistrements est difficile	Permettre de simplement cliquer sur la ligne en utilisant du JavaScript et l'évènement « onClick » sur la balise . Il s'agit d'une solution qui n'avait pas été envisagée à l'origine et qui permettrait de cliquer sur l'enregistrement et les lignes séparant les colonnes également.
6. Utilisation de raccourcis clavier	En fait ceux-ci n'ont pas été ajoutés car l'essentiel de la tâche (cliquer sur un enregistrement) nécessitait d'utiliser la souris, et les raccourcis clavier auraient fait en sorte d'inciter les gens à également utiliser leur clavier. Il faudrait regarder sur des options envisageables de ce côté.
7. Impossibilité d'ajouter un enregistrement à un groupe existant	Cela pourrait se faire, bien que les enregistrements et les groupes soient tout de même très espacés.
8. Annulation de la dernière action de l'utilisateur	Il s'agit tout de même d'une fonctionnalité rassurante pour les participants si elle était mise en place. Elle nécessite tout de même un développement complexe.
12. Pouvoir visualiser les erreurs commises	Un rapport d'erreur plus détaillé pourrait être donné au participant.
18. Permettre le filtrage / triage des enregistrements	Des fonctions de recherche avancées, de filtrage et de triage seraient probablement fort appréciées également.
22. Automatiquement cacher les clés de tri complétées / traitées	Il ne s'agit pas d'appliquer exactement cette idée, mais plutôt d'offrir une indication visuelle que la clé de tri est vide ou entièrement traitée.
30. Passer automatiquement à la clé suivante lorsque que le couplage est effectué	Cela n'avait pas été envisagé à l'origine, mais en effet, lorsqu'une clé de tri a entièrement été traitée, il peut être possible de passer à la suivante. Par contre, il arrive fréquemment qu'il reste quelques enregistrements non traités.
36. Améliorer la recherche par clé de tri	Permettre à l'utilisateur de saisir du texte dans le champ de sélection de la clé de tri afin de filtrer les choix possibles.
39. Pas d'indications s'il y a une erreur dans une formule	Fournir une rétroaction si il y a une erreur dans la formule saisie par l'utilisateur, un peu comme le fait Excel.