

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

COMPLEXITÉ ET COMPORTEMENT DE VOTE : UNE EXPÉRIENCE
SUR LE VOTE PRÉFÉRENTIEL

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉCONOMIQUE

PAR
PHILIPPE CHABOT

SEPTEMBRE 2021

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.04-2020). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été rendu possible par le soutien constant de mes directeurs de recherche, Arnaud Dellis et Sabine Kröger. Ils ont d'abord et avant tout été généreux de leur temps en répondant à chacune de mes questions et de mes inquiétudes. Ils ont aussi su nourrir ma créativité et ma curiosité tout au long des deux années passées à la réalisation de ce projet. Je souhaite donc les remercier sincèrement pour leur confiance et leur appui.

J'aimerais aussi en profiter pour remercier ma copine et partenaire d'études par excellence, Nishat Rahman Khan, qui a été pour moi une source de motivation et d'inspiration à travers mon parcours universitaire. Elle m'a appris à prendre du recul, des pauses et accepter la nécessité du sommeil lorsque le stress et les inquiétudes non-fondées brouillaient ma réflexion. Surtout, elle a accepté de lire des passages de ce mémoire, malgré son absence marquée d'intérêt pour le sujet.

J'aimerais aussi remercier le Conseil de recherche en sciences humaines du Canada (CRSH) pour le soutien financier donné au projet. Puis, je souhaite témoigner ma reconnaissance pour le soutien financier donné par la Fondation de l'UQÀM, à travers la bourse Hydro Québec et la bourse Hélène et Jean-Louis-Tassé. Ce projet et la complétion de ma maîtrise n'auraient pas été possible sans ce support financier.

Enfin, j'aimerais spécialement remercier le Laboratoire d'économie expérimentale de l'Université Laval (LEEL), le Laboratoire d'économie expérimentale du CIRANO et le département d'économique de l'Université Laval pour leur excellent accueil.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
RÉSUMÉ	ix
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I REVUE DE LITTÉRATURE	8
CHAPITRE II CADRE THÉORIQUE	12
2.1 Profil de vote 1 : Sinc-Sinc	14
2.2 Profils de vote 2 et 3 : Inv - Sinc	16
2.3 Profils de vote 4 et 5 : Inv - Inv	19
2.4 Profil de vote 6 : InvHaut&Bas - Inv	22
CHAPITRE III CADRE EXPÉRIMENTAL	25
3.1 Collecte des données	25
3.2 Paramètres de l'expérience	26
3.3 Protocole expérimental	27
3.4 Variables additionnelles	31
CHAPITRE IV RÉSULTATS	32
4.1 Statistiques descriptives	32
4.1.1 Variables mesurées dans l'expérience	32
4.1.2 Apprentissage entre le premier et second essai	35
4.1.3 L'effet de la complexité sur le comportement de vote	38
4.2 Modèles empiriques et résultats	43
4.2.1 Le comportement de vote stratégique	43
4.2.2 Les facteurs influençant le vote stratégique, sincère et d'autres heuristiques du vote	56

CONCLUSION	70
ANNEXE A TABLEAUX DE RÉSULTATS ADDITIONNELS	73
ANNEXE B TESTS NON-PARAMÉTRIQUES	75
B.1 L'hypothèse de comportement aléatoire	75
B.2 L'effet de traitement sur le vote optimal et sur le vote sincère	77
ANNEXE C INSTRUCTIONS FOURNIES AUX PARTICIPANTS	80
C.1 Structure de l'expérience	80
C.2 Gain des participants	80
C.3 Période de vote	81
C.4 Allocation des voies sous le Vote Préférentiel	82
C.5 Allocation des voies sous Borda	86
C.6 Questionnaires à la fin de l'expérience	91
C.7 Loterie déterminant le gain des participants	96

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
3.1 Exemple de période de vote sous le Vote Préférentiel	29
4.1 Exemple de la période d'enregistrement d'un vote	66
C.1 Exemple de présentation des gains par alternatives	81
C.2 Exemple de présentation d'un profil de vote sous Préférentiel . . .	82
C.3 Exemple de situation de vote où le vote du participant est Orange- Bleue-Verte sous Préférentiel	83
C.4 Exemple de situation de vote où le vote du participant est Bleue- Orange-Verte sous Préférentiel	84
C.5 Situation de vote avant l'élimination de Bleue	84
C.6 Situation de vote après l'élimination de Bleue	85
C.7 Situation de vote avant l'élimination de Verte	85
C.8 Situation de vote après l'élimination de Verte	86
C.9 Exemple de période de vote sous le Vote Préférentiel	87
C.10 Exemple de résultats électoraux sous le Vote Préférentiel	87
C.11 Exemple de présentation d'un profil de vote sous Borda	88
C.12 Exemple de situation de vote où le vote du participant est Orange- Bleue-Verte sous Borda	89
C.13 Exemple de situation de vote où le vote du participant est Bleue- Orange-Verte sous Borda	89
C.14 Exemple de période de vote sous Borda	90
C.15 Exemple de résultats électoraux sous Borda	91

C.16	Questionnaire I : Informations générales sur le participant	92
C.17	Questionnaire II : Berlin Numeracy Test - Question 1	92
C.18	Questionnaire II : Berlin Numeracy Test - Question 2	93
C.19	Questionnaire II : Tolérance au mensonge	93
C.20	Questionnaire III : Tolérance à l'inégalité - Question 1	94
C.21	Questionnaire III : Tolérance à l'inégalité - Question 2	94
C.22	Questionnaire III : Tolérance à l'inégalité - Question 3	95
C.23	Questionnaire IV : Tolérance au risque - Page 1	95
C.24	Questionnaire IV : Tolérance au risque - Page 2	96
C.25	Présentation de la loterie	96

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.1 Profil 1 : Sinc - Sinc	15
2.2 Profil 2 : Inv - Sinc - 3	17
2.3 Profil 3 : Inv - Sinc - 4	18
2.4 Profil 4 : Inv - Inv - 3	19
2.5 Profil 5 : Inv - Inv - 4	21
2.6 Profil 6 : InvHaut&Bas - Inv	22
2.7 Votes optimaux et probabilités d'élection de chaque candidat par profil et règle de vote	24
4.1 Statistiques descriptives sur les variables continues	34
4.2 Statistiques descriptives sur les variables discrètes	35
4.3 Transition des participants entre vote optimal et non optimal du premier au second essai	36
4.4 Fréquences de votes optimaux selon le profil et la règle de vote . .	39
4.5 Fréquences de votes sincères selon le profil et la règle de vote . . .	41
4.6 Coefficients estimés des régressions sur le vote stratégique	46
4.7 Effets marginaux moyens des régressions sur le vote stratégique . .	48
4.8 Coefficients estimés des régressions logit multinomiales	59
4.9 Effets marginaux moyens des régressions logit multinomiales . . .	61
A.1 Nombre de participants par séance et par traitement	73
A.2 Transition des votes du premier au second essai selon le profil de vote	74

B.1	Statistiques du test de Kolmogorov-Smirnov au second essai . . .	76
B.2	Statistiques du test de Kolmogorov-Smirnov au premier essai	77
B.3	Valeurs p du test de l'indépendance du vote optimal au traitement	78
B.4	Valeurs p du test de l'indépendance du vote sincère au traitement	79

RÉSUMÉ

Dans le débat public, il est avancé que la complexité du Vote Préférentiel conduit les électeurs à voter moins souvent de façon stratégique et plus souvent de façon sincère. Pour évaluer la validité de cet argument, j'ai réalisé une expérience de laboratoire permettant de comparer les comportements de vote sous le Vote Préférentiel et sous la règle de Borda. La règle de Borda est une règle de vote moins complexe que le Vote Préférentiel et pour laquelle le bulletin de vote est identique. En ligne avec le débat public, j'observe que le vote stratégique est moins fréquent sous le Vote Préférentiel que sous la règle de Borda. Par contre, le vote sincère n'est pas significativement plus fréquent sous le Vote Préférentiel que sous la règle de Borda. Toutefois, près de 27% des votes dans l'expérience semblent suivre une heuristique, particulièrement sous le Vote Préférentiel. Plus précisément, j'identifie deux heuristiques qui semblent avoir été suivies par les participants à l'expérience. Je trouve que l'adoption de l'une de ces heuristiques est plus probable sous le Vote Préférentiel que sous la règle de Borda.

Mots clés : Vote Préférentiel, complexité, vote sincère, heuristique, expérience.

INTRODUCTION

Dans nombre de démocraties à travers le monde, incluant le Canada, le gagnant d'une élection est le candidat qui reçoit le plus de votes. Cette règle de vote est nommée le Vote Pluralitaire. Toutefois, le choix de cette règle de vote n'est pas le résultat d'un manque d'alternatives. Plusieurs mouvements citoyens aux États-Unis, en Europe, ou encore au Canada font pression depuis déjà plusieurs décennies pour réformer ce système de vote en relevant ses faiblesses. Notamment, des études ont démontré que cette règle de vote incite les électeurs à voter selon les chances d'élection des partis pour éviter que leur vote soit perdu (Felsenthal *et al.*, 1988; Rapoport *et al.*, 1991; Forsythe *et al.*, 1993; Rietz *et al.*, 1998). En d'autres termes, un électeur peut considérer que son vote est perdu si le candidat qu'il choisit perd l'élection. Un électeur qui anticipe que son vote soit perdu peut être incité à voter de façon stratégique en abandonnant son candidat favori. Dans ce contexte, le Vote Préférentiel a été proposé à maintes reprises comme une alternative au Vote Pluralitaire, puisque la complexité du Vote Préférentiel permettrait de réduire le vote stratégique.

Le Vote Préférentiel est une règle de vote sous laquelle les électeurs sont appelés à fournir un classement complet de tous les candidats ou alternatives lors d'une élection. La victoire est attribuée au candidat réunissant une majorité des premières positions figurant sur les bulletins de vote des électeurs. Si aucun candidat n'y parvient, le candidat recevant le moins de premières places est éliminé. L'élimination implique que tous les candidats classés plus bas que le candidat éliminé sont montés d'un rang sur chaque bulletin de vote. Si un candidat obtient maintenant la majorité des premières positions, le processus se termine et ce candidat

est élu. Autrement, le processus d'élimination continue jusqu'à ce qu'un candidat réunisse une majorité des premières places.

Au Canada, cette règle de vote a été utilisée au milieu du XX^e siècle dans plusieurs provinces de l'Ouest pour élire les assemblées législatives provinciales. Elle a également été proposée en référendum en 2005 et 2009 pour les élections provinciales en Colombie-Britannique. En 2016, elle a aussi été considérée pour les élections fédérales par le Comité spécial sur la réforme électorale de la Chambre des Communes du Canada. Aujourd'hui, le Vote Préférentiel (ou des variantes) est utilisé, par exemple, pour les élections de la Chambre des représentants en Australie, de la présidence en Inde, des représentants du Maine au Congrès et pour les élections municipales d'une dizaine de villes aux États-Unis, dont San Francisco, et maintenant New York. À mesure que l'attrait pour cette règle de vote continue de s'étendre dans le débat public et dans la littérature académique, des questions importantes restent cependant en suspend.

Contrairement au système actuel au Canada, plusieurs études soulignent que la complexité du Vote Préférentiel pourrait affaiblir les incitatifs à voter de façon stratégique et par le fait même, affaiblir l'effet du vote perdu qui caractérise le Vote Pluralitaire (Chamberlin, 1985; Bartholdi et Orlin, 1991). Dans le débat public, il est avancé que l'effet de la complexité du Vote Préférentiel sur le comportement stratégique conduit à une amélioration du vote sincère. Cette association entre le Vote Préférentiel et le vote sincère fait partie des raisons qui ont motivées l'attrait porté à cette règle de vote autant dans le débat public que dans la littérature académique. Or, il n'y a pas d'évidence claire à ce jour qui suggère que la complexité d'une règle de vote induise davantage les électeurs à voter de manière sincère. Cette situation soulève les questions suivantes qui seront abordées par ce mémoire : comment votent les électeurs sous la règle de Vote Préférentiel ? Est-ce que la complexité du Vote Préférentiel incite les électeurs à révéler

leurs vraies préférences ou soumettent-ils des votes stratégiques ? Et sinon, quelles autres stratégies ou heuristiques les électeurs adoptent-ils ?

Ces questions sont importantes en raison des implications économiques des élections. Les élections servent à agréger les préférences individuelles des agents en vue de déterminer le choix social de politiques publiques. L'un des objectifs d'une règle de vote est ainsi de définir le choix de politiques publiques le plus près possible de celui que ferait un planificateur bienveillant. En ce sens, le choix d'une règle de vote est important pour un économiste, puisqu'une « mauvaise » règle de vote peut conduire à un choix de politiques publiques bien différent du choix socialement optimal et entraîner ainsi une perte de bien-être social.

J'ai conduit une expérience en laboratoire afin d'étudier la question adressée par ce mémoire. Dans l'expérience, chaque participant est appelé à voter dans des élections à trois ou quatre candidats. L'électorat est composé de quatre électeurs : le participant et trois électeurs « automatisés ». Les votes des trois électeurs automatisés ont été prédéterminés avant l'expérience. L'expérience comprend six situations de vote distinctes avec différentes combinaisons des votes des électeurs automatisés, référées ci-après comme profils de vote. Avant de voter, le participant est informé des votes des trois électeurs automatisés. Avec cette information, il peut anticiper le résultat de l'élection relativement au vote qu'il choisit et peut sélectionner le vote sans ambiguïté sur le comportement des autres. En faisant ainsi abstraction de la complexité d'anticiper les votes des autres électeurs, l'analyse se concentre sur la seule complexité cognitive pour le participant de déterminer son vote optimal. Le vote des trois électeurs automatisés a été choisi de manière à faire varier la complexité du vote optimal du participant.

Cette expérience identifie l'effet de la complexité du Vote Préférentiel de trois façons : (i) par la comparaison entre les comportements de vote sous le Vote

Préférentiel et ceux sous une règle de vote moins complexe : la règle de Borda, (ii) par la variation du nombre de candidats et (iii) par la distance entre un vote optimal et un vote sincère.

La règle de Borda est utilisée dans cette expérience afin de comparer le comportement des participants entre deux règles de vote qui diffèrent en complexité. Sous cette règle de vote, les électeurs votent en fournissant un classement complet de l'ensemble des candidats, mais cette règle de vote diffère dans le mécanisme d'allocation des voix par rapport au Vote Préférentiel, ce qui peut entraîner des différences dans les résultats électoraux. Sous la règle de Borda, un nombre de voix est associé à chaque position dans le classement sur le bulletin de vote. Le candidat élu est celui qui recueille le plus grand nombre de voix. Les différences dans le mécanisme d'allocation entre Borda et le Vote Préférentiel peuvent conduire à des votes optimaux différents pour un même profil de vote. Par ailleurs, des études ont démontré que la règle de Borda est moins complexe et qu'il est donc plus facile de soumettre un vote stratégique (Chamberlin, 1985; Bartholdi et Orlin, 1991). Ainsi, ces différences permettront d'étudier comment le comportement des électeurs varie avec la complexité de la règle de vote.

Le deuxième moyen d'identifier la complexité dans cette expérience est lié au nombre de candidats. La moitié des six profils considérés dans l'expérience porte sur des élections à trois candidats et l'autre moitié sur des élections à quatre candidats. Les profils de vote à quatre candidats permettent d'introduire des votes optimaux qui nécessitent des calculs stratégiques plus élaborés. De surcroît, le nombre de candidats fait varier la complexité par une plus grande multiplicité des votes optimaux sous les deux règles de vote.

Puis, les profils varient quant à la complexité du vote optimal. Cette complexité est capturée par les ajustements nécessaires par rapport au vote sincère pour

obtenir le vote optimal. Dans cet ordre d'idée, les profils où le vote optimal est sincère devraient faciliter le comportement de vote stratégique. Alternativement, on pourrait faire l'hypothèse que l'incitatif au comportement stratégique est plus complexe pour les profils exigeant davantage d'ajustements par rapport au vote sincère.

La complexité supérieure du Vote Préférentiel par rapport à la règle de Borda paraît dans le processus d'apprentissage de la règle de vote qui est plus long sous le Vote Préférentiel que sous Borda. Toutes les élections sous chaque profil et chaque règle de vote ont été conduites à deux reprises consécutives pour permettre au participant d'apprendre du résultat de l'élection à son premier essai. Entre ces deux essais, on observe plus de participants qui changent leur vote de catégorie, d'un vote optimal à un vote non optimal ou l'inverse, sous le Vote Préférentiel que sous la règle de Borda. Parmi les participants qui n'ont pas changé leur vote de catégorie, une plus grande proportion a voté de façon non optimale dans les deux essais sous le Vote Préférentiel que sous Borda.

Ensuite, l'agrégation des votes soumis dans l'expérience révèle que le vote optimal est plus fréquent sous la règle de Borda et le vote sincère est plus fréquent sous le Vote Préférentiel. Par contre, la fréquence de votes sincères demeure assez faible, particulièrement lorsque le vote optimal n'est pas sincère. De plus, 46% des votes sont ni optimaux ni sincères, dont 38% sous la règle de Borda et 54% sous le Vote Préférentiel. Une partie importante de ces votes est en fait cohérente avec l'adoption d'une heuristique. Ce constat suggère que la complexité du Vote Préférentiel pourrait inciter les électeurs à adopter des heuristiques, même lorsque le vote optimal est sincère et malgré une plus grande multiplicité de votes optimaux sous le Vote Préférentiel que sous Borda. Ce résultat remet en question l'argument dans le débat public que, en raison de la complexité du Vote Préférentiel, les électeurs voteraient de façon sincère sous cette règle de vote.

Dans les résultats des modèles empiriques, j'étudie d'abord à l'aide d'une estimation probit le comportement stratégique et ses facteurs explicatifs, comprenant les caractéristiques du profil de vote, les caractéristiques des participants et les propriétés du vote optimal. Parmi les caractéristiques liées au profil de vote, le Vote Préférentiel est associé à une probabilité de 18 à 28 points de pourcentage plus faible de voter de façon stratégique, ce qui correspond à l'hypothèse avancée dans le débat public et la littérature quant à l'affaiblissement du comportement stratégique face à la complexité de la règle de vote. Du côté des caractéristiques des participants, un participant disposant d'une numéracie élevée aura une probabilité de voter de façon stratégique de 20 points de pourcentage plus élevée qu'un électeur ayant une numéracie faible.¹ La probabilité de voter de façon stratégique est aussi plus élevée lorsque le vote optimal est plus proche du vote des autres électeurs et que la perte espérée liée à la déviation par rapport au vote optimal est plus élevée.

À partir des fréquences de vote observées, j'ai identifié deux heuristiques qui semblent avoir été adoptées par les participants. La première heuristique consiste à choisir le vote le plus proche de celui des autres électeurs et est cohérente à la fois avec des préférences sociales et avec un biais de conformité. Notez que cette conformité sociale était déjà présente dans le résultat que le comportement stratégique est plus fréquent lorsque le vote optimal est plus près du vote des autres électeurs. La seconde heuristique consiste à inverser les deux candidats préférés

1. Les données sur les caractéristiques des participants sont collectées à la fin de l'expérience et sont associées à la tolérance au risque, la tolérance au mensonge, la tolérance à l'inégalité, la numéracie, l'âge, au sexe et au niveau d'éducation des participants. Dans l'expérience, le *Berlin Numeracy Test* (Cokely *et al.*, 2012) évalue la capacité des participants à réaliser des calculs probabilistes et permet de mesurer le niveau de numéracie du participant. J'explique en détail chaque caractéristique des participants au chapitre III.

sur le bulletin de vote.

Pour investiguer les différents types de comportements de vote identifiés dans l'expérience, j'ai réalisé une estimation multinomiale sur les déviations comportementales par rapport au comportement sincère. Les résultats de cette estimation indiquent que la complexité inhérente au Vote Préférentiel est associée à moins de votes stratégiques non sincères et davantage de votes compatibles avec l'heuristique d'inversion des deux candidats préférés, mais n'est pas associée significativement à plus de votes sincères. En contrepartie, le Vote Préférentiel présente souvent une plus grande multiplicité de votes optimaux et celle-ci est associée à une probabilité plus élevée de voter de façon sincère, ce qui pourrait capturer l'effet de la complexité du Vote Préférentiel. Néanmoins, il demeure que la fréquence de vote sincère est assez faible tout au long de l'expérience, même lorsque ce vote est optimal ou lorsque le Vote Préférentiel est utilisé. De plus, une fréquence importante de votes correspondants à des heuristiques est observée sous le Vote Préférentiel. Ce résultat vient donc remettre en question l'effet positif de la complexité sur le comportement de vote sincère, qui est souvent argué dans le débat public sur le Vote Préférentiel.

Ce mémoire est divisé de la façon suivante. Le chapitre I présente un survol de la littérature en lien avec ce mémoire. Le chapitre II porte sur le cadre théorique de l'expérience et explique comment les différents profils de vote choisis permettront de capturer l'effet de la complexité. Par la suite, le chapitre III décrit le cadre expérimental et contient plus particulièrement une description des paramètres de l'expérience et du protocole expérimental. Le chapitre IV présente les statistiques descriptives et les résultats des modèles empiriques sur les votes soumis dans l'expérience. Puis, les résultats principaux sont résumés en guise de conclusion à la fin du mémoire.

CHAPITRE I

REVUE DE LITTÉRATURE

La contribution de ce mémoire est d'étudier comment la complexité d'une règle de vote influence le comportement de vote des électeurs. Plus particulièrement, cette recherche se démarque de la littérature sur les règles de vote par (i) les deux stratégies d'identification de l'effet de la complexité, (ii) la simplicité du cadre d'analyse et (iii) l'utilisation de l'approche paramétrique. La première stratégie d'identification consiste à comparer deux règles de vote, le Vote Préférentiel et la règle de Borda, qui se distinguent seulement dans le mécanisme d'allocation des voix (soit dans la façon dont le gagnant de l'élection est déterminé à partir des votes soumis par les électeurs). La seconde stratégie d'identification repose sur les profils de vote sélectionnés, qui varient dans le nombre de candidats et dans la complexité de l'incitatif au vote optimal. Ensuite, la simplicité du cadre d'analyse découle du petit nombre de candidats et d'électeurs, ainsi que du fait que les participants disposent du vote des trois électeurs automatisés. Enfin, l'approche paramétrique consiste aux estimations probit et logit multinomiale entreprises dans ce mémoire. Cette section vise à relier la contribution de ce mémoire aux contributions pertinentes dans la littérature.

Ce mémoire s'inscrit dans la littérature expérimentale sur les règles de vote. Les expériences considérant la règle de Borda ou le Vote Préférentiel ont été construites

afin de répondre à des questions différentes de celles de ce mémoire. Plusieurs études expérimentales ont entrepris de comparer les résultats électoraux et les comportements des électeurs sous différentes règles de vote. Forsythe *et al.* (1996) porte sur la coordination des électeurs sous différentes règles de vote, dont la règle de Borda. Pour ce faire, les participants font face à des élections dans une situation de majorité divisée avec comme traitement l'accès aux intentions de vote des participants.¹ Similairement, Granić (2017) utilise la situation de la majorité divisée pour étudier la relation entre la structure de l'information et le comportement des électeurs sous différentes règles de vote, dont la règle de Borda. Dans le même sens, Kube (2009) étudie comment l'asymétrie de l'information influence le comportement des électeurs sous la règle de Borda. Ils facilitent le vote stratégique pour certains participants en fournissant l'accès aux préférences des autres participants et pour certaines élections, un accès supplémentaire aux votes des autres participants. Bassi (2015) étudie le niveau de sophistication du vote stratégique sous différentes règles de vote, dont Borda, en s'appuyant sur un modèle de « level-k reasoning ». Enfin, l'étude de Van der Straeten *et al.* (2010) traite du Vote Préférentiel, mais n'étudie pas le comportement des électeurs sous la règle de Borda. Cette expérience repose sur un modèle de vote spatial qui attribue le profil de préférences de chaque participant relativement à sa position sur un axe gauche-droite par rapport aux cinq candidats et les élections sont effectuées avec un large électorat (21 ou 63 participants par élection).

Dans la littérature, une série d'articles a comparé le Vote Préférentiel et/ou la

1. Une situation de majorité divisée implique que deux candidats reçoivent ensemble l'appui de la majorité et qu'une minorité d'électeurs supporte un troisième candidat qui n'est pas préféré par la majorité par rapport aux deux premiers. Ce troisième candidat peut être élu sous une règle de Vote Pluralitaire si la majorité ne réussit pas à se coordonner pour supporter un des deux candidats majoritaires.

règle de Borda par des simulations sur ordinateur ou par l'utilisation de données de sondage. Toutefois, les données ne permettent pas de s'intéresser aux implications comportementales des deux règles de vote et ces études se concentrent sur l'effet du mécanisme d'allocation des voix. Chamberlin et Cohen (1978) compare l'efficacité à la Condorcet (la probabilité d'élire un candidat qui gagnerait chaque élection en face à face contre n'importe quel autre candidat) sous différentes règles de vote à l'aide d'une simulation d'un modèle de vote spatial. Cette étude démontre que l'efficacité à la Condorcet est plus élevée sous Borda que sous le Vote Préférentiel. À partir des mêmes données, Chamberlin (1985) démontre que la manipulation du résultat d'une élection par une coalition d'électeurs est plus difficile sous le Vote Préférentiel et plus facile sous Borda. Bien que les données récoltées dans ce mémoire supportent l'idée que le vote stratégique est plus complexe sous le Vote Préférentiel, les participants dans l'expérience ne votent pas nécessairement plus de façon sincère. Dans le même sens, Bartholdi et Orlin (1991) compare différentes règles de vote, dont Borda et une version du Vote Préférentiel, par rapport au temps de calcul d'un algorithme sur ordinateur pour déterminer le vote optimal. Cette étude démontre que cette version du Vote Préférentiel est plus résistante au vote stratégique par rapport aux autres règles de vote en raison des difficultés computationnelles inhérentes à cette règle de vote, particulièrement en raison de sa non-monotonie et de sa complexité. Sur la question de la résistance au vote stratégique, Eggers et Nowacki (2020) fait une comparaison du Vote Préférentiel et du Vote Pluralitaire à partir de données de sondage. Les auteurs démontrent que l'incitatif au vote stratégique pour un électeur sous le Vote Préférentiel est réduit lorsque d'autres électeurs votent également de façon stratégique. En ce sens, les auteurs concluent que le vote stratégique a peu de chance de devenir un comportement répandu sous le Vote Préférentiel. Toutefois, les auteurs considèrent seulement le vote stratégique et ne s'intéressent pas aux différences dans le vote sincère entre les deux règles de vote.

D'une part, aucune de ces recherches ne permet de comparer le comportement des électeurs sous la règle de Borda avec leur comportement sous le Vote Préférentiel. C'est cette comparaison entre le Vote Préférentiel et la règle de Borda qui permet d'aborder la question peu étudiée de la complexité. Or, je montre dans ce mémoire que les implications anticipées ne sont pas corroborées par les votes des participants à l'expérience. De surcroît, la comparaison de ces deux règles de vote est en soi une nouveauté dans la littérature expérimentale qui permettra de caractériser de façon détaillée les différents comportements de vote sous le Vote Préférentiel. D'autre part, le cadre d'analyse de chacune de ces recherches est différent de celui employé pour ce mémoire. Dans mon expérience, les participants votent dans des élections en information parfaite avec trois ou quatre candidats et avec un petit électorat composé de quatre électeurs. Ce cadre d'analyse est simple afin de faciliter le vote stratégique et ainsi départager la complexité de la règle de vote de la complexité découlant du cadre d'analyse. Finalement, l'approche paramétrique reposant sur les caractéristiques du profil de vote et les caractéristiques individuelles des participants ne semble pas avoir été encore entreprise dans la littérature expérimentale sur les règles de vote.

CHAPITRE II

CADRE THÉORIQUE

Considérons un groupe de quatre électeurs qui doit élire un candidat parmi les trois ou quatre en lice. Appelons les candidats A, B, C (et D). L'élection se tient soit sous le Vote Préférentiel, soit sous la règle de Borda. Sous les deux règles de vote, chaque électeur vote en fournissant un classement complet des candidats. Les deux règles de vote diffèrent dans le mécanisme d'allocation des voix.

Sous le Vote Préférentiel, le mécanisme d'allocation des voix attribue la victoire au candidat réunissant une majorité des premières positions figurant sur les bulletins de vote des électeurs. Si aucun candidat ne parvient à obtenir la majorité des premières positions, le candidat recevant le moins de premières places est éliminé. L'élimination implique que tous les candidats classés plus bas que le candidat éliminé sont montés d'un rang sur chaque bulletin de vote. Si un candidat obtient maintenant la majorité des premières positions, le processus se termine et ce candidat est élu. Autrement, le processus d'élimination continue jusqu'à ce qu'un candidat réunisse une majorité des premières places.

Sous la règle de Borda, chaque position dans le classement d'un électeur correspond à un nombre de voix. Dans une situation avec N candidats, le candidat en première position reçoit $N-1$ voix, celui en deuxième position reçoit $N-2$ voix et ainsi de suite de manière à ce que le candidat en dernière position ne reçoive au-

cune voix. Ainsi, avec trois candidats, la première position fournit deux voix, la deuxième fournit une voix et la dernière n'en fournit aucune. Sous les deux règles de vote, les ex aequo sont départagés de façon aléatoire.

Considérons le premier de ces quatre électeurs, nommé « électeur 1 ». Supposons que cet électeur 1 préfère les candidats dans l'ordre alphabétique, de telle sorte que $A \succ B \succ C (\succ D)$. Ainsi, cet électeur se comporte de façon sincère lorsqu'il choisit le bulletin de vote qui correspond à son ordre de préférence par rapport aux candidats, soit il positionne A en première position, B en deuxième et C en troisième (ainsi que D en quatrième). Alternativement, il se comporte de façon stratégique lorsqu'il choisit un vote optimal, soit un bulletin de vote qui permet de maximiser son utilité espérée du résultat de l'élection compte tenu de ses attentes quant au vote des autres électeurs.^{1,2} Le comportement stratégique dépend de l'ordre de préférence de l'électeur 1 ainsi que de ses croyances quant aux chances d'élection des différents candidats et, donc, au vote des trois autres électeurs.

Plaçons-nous dans la situation hypothétique où, avant de soumettre son vote, l'électeur 1 observe les votes soumis par les trois autres électeurs appartenant au groupe, évitant ainsi de devoir considérer la formation des croyances de l'électeur 1. Les votes des trois autres électeurs forment ensemble un profil de vote. Dans une

1. Le vote optimal et le vote sincère ne sont pas mutuellement exclusifs. Un vote sincère peut être optimal.

2. Blais et Degan (2017) indique qu'un comportement stratégique est défini par l'intention de choisir le vote optimal compte tenu de ses attentes quant au vote des autres électeurs. Selon cette définition, si l'électeur n'identifie pas correctement le vote optimal, il peut choisir un vote différent du vote optimal et tout de même avoir un comportement dit « stratégique ». À l'inverse, un électeur peut choisir le vote optimal sans pour autant avoir eu l'intention de le faire. Pour la suite, j'entends par « comportement stratégique » le fait de choisir le vote optimal, qu'il soit sincère ou non et qu'il soit intentionnel ou non.

élection à trois candidats, 216 profils sont possibles. Il y en a 13 824 dans les élections à quatre candidats. Une sélection parmi ces profils a été conduite pour capturer la complexité sous chacune des deux règles de vote. Deux critères ont été utilisés pour choisir les profils de vote. D'une part, le vote de l'électeur 1 doit être décisif sous chacune des deux règles de vote, soit cet électeur peut changer le résultat de chacune des élections auxquelles il participe. D'autre part, les profils de vote servent à capturer les différents types de comportements stratégiques sous la règle de Borda et sous le Vote Préférentiel. Autrement dit, les profils diffèrent par l'incitatif au vote optimal sous le Vote Préférentiel et sous la règle de Borda. Au-delà de la variété de comportements stratégiques, les profils varient aussi en complexité par le nombre de candidats dans l'élection. La moitié des profils porte sur des élections à trois candidats, alors que l'autre moitié porte sur des élections à quatre candidats.

La suite de cette section présente les profils de vote ainsi que caractérise, pour chaque profil, l'ensemble de votes optimaux de l'électeur 1. Pour la suite de ce chapitre, les profils de vote sont regroupés en quatre catégories selon les ajustements par rapport au vote sincère pour obtenir le vote optimal.

2.1 Profil de vote 1 : Sinc-Sinc

Le premier profil de vote, appelé « Sinc - Sinc », s'applique à une élection à trois candidats, nommés A, B et C. Le tableau 2.1 présente le vote des trois autres électeurs pour ce profil. La première colonne du tableau rapporte le vote de l'électeur 2 qui a positionné B en premier, A en deuxième et C en troisième. Les deuxième et dernière colonnes rapportent respectivement le vote de l'électeur 3 et de l'électeur 4. Ces deux électeurs ont classé C en premier, A en deuxième et B en dernier. Ce premier profil incite l'électeur 1 à voter de façon sincère sous les

deux règles de vote. D'où le nom « Sinc - Sinc » associé au profil qui réfère au vote optimal sous chaque règle de vote. Le premier « Sinc » fait référence au vote optimal sincère sous la règle de Borda et le second fait référence au vote optimal sincère sous le Vote Préférentiel. Le vote sincère correspond dans ce cas au vote ABC, tel que A est en première position, B en deuxième et C en dernière position.

TABLEAU 2.1 Profil 1 : Sinc - Sinc

Électeur 2	Électeur 3	Électeur 4
B	C	C
A	A	A
C	B	B

Je vais maintenant expliquer intuitivement pourquoi le vote optimal de l'électeur 1 est le seul vote sincère sous les deux règles de vote. Sous Borda, les votes des électeurs 2, 3 et 4 fournissent déjà trois voix pour le candidat A, deux voix pour B et quatre voix pour C. Pour remporter l'élection, le candidat A a donc besoin de deux voix supplémentaires par rapport à C. Le vote sincère assure ainsi l'élection immédiate de A en fournissant deux voix additionnelles à ce candidat et une voix au candidat B.

Sous le Vote Préférentiel, le candidat gagnant est celui qui reçoit la majorité des premières positions. De cette façon, l'électeur 1 peut enregistrer le vote ABC et ainsi, déclencher un tirage au sort pour départager l'élimination de A ou de B. Il évite ainsi l'élimination immédiate de A en positionnant ce candidat au premier rang et assure que si A est éliminé, son appui soit transféré à B en positionnant celui-ci au deuxième rang.

Bien que le vote optimal de l'électeur 1 soit sincère sous Borda et sous le Vote Préférentiel, l'ensemble de probabilités d'élection suite à un vote optimal (dans

l'ordre alphabétique) est différent d'une règle de vote à l'autre : $W = (1, 0, 0)$ sous Borda et $W = (1/4, 1/4, 1/2)$ sous Préférentiel. Autrement dit, l'alternative A est élue avec 100% de chance sous Borda, alors que ses chances d'élection sont de 25% sous le Vote Préférentiel, B étant élu avec 25% des chances et C avec 50%. Cette différence entre les deux règles de vote implique que l'utilité espérée du vote optimal pour l'électeur 1 est supérieure sous Borda par rapport au Vote Préférentiel.³

2.2 Profils de vote 2 et 3 : Inv - Sinc

Les deux prochains profils, nommés « Inv - Sinc - 3 » et « Inv - Sinc - 4 », impliquent un vote optimal différent d'une règle de vote à l'autre. En effet, le vote sincère est optimal sous le Vote Préférentiel, mais ne l'est pas sous la règle de Borda. Les deux règles de vote impliquent à la fois une différence dans le vote optimal et une différence dans le gain espéré de ce vote.

Le premier de ces deux profils considère trois candidats, d'où le chiffre trois à la fin du nom du profil. Ce profil diffère du premier profil « Sinc - Sinc », où le vote optimal est sincère sous les deux règles de vote, par le vote de l'électeur 2 qui est inversé par rapport au profil précédent.

Sous la règle de Borda, l'électeur 1 a un incitatif à surévaluer le candidat C, puisque B est maintenant le rival de A le plus menaçant. Les électeurs 2, 3 et 4 fournissent déjà 3 voix au candidat A, 4 voix au candidat B et 2 au candidat C. De cette façon, le vote ACB ajoute 2 voix pour A et une voix pour C, tout en maintenant le nombre de voix de B. Ce vote assure ainsi l'élection de A.

3. Tel qu'il sera constaté dans les prochains profils, le vote optimal fournit généralement un gain espéré plus élevé sous Borda. Dans la même optique, la perte espérée liée au fait de ne pas voter de façon optimale est plus élevée sous Borda que sous le Vote Préférentiel.

TABLEAU 2.2 Profil 2 : Inv - Sinc - 3

Électeur 2	Électeur 3	Électeur 4
B	B	C
A	A	A
C	C	B

Sous le Vote Préférentiel, le vote optimal est sincère afin de maintenir A dans la course en le classant en première position et d'assurer la victoire de B si A est éliminé en le positionnant au deuxième rang. Par conséquent, le vote optimal sous le Vote Préférentiel conduit à l'ensemble de probabilités d'élection suivant : $W = (1/4, 3/4, 0)$, c'est-à-dire que A est élu avec probabilité 1/4 et B avec probabilité 3/4. Positionner B en premier n'est pas optimal dans cette situation, puisqu'il conduirait à l'élection immédiate de B.

En résumé, le vote optimal de l'électeur 1 est ACB sous la règle de Borda et correspond au vote sincère, ABC, sous le Vote Préférentiel pour le deuxième profil de vote. D'où le terme « Inv - Sinc » dans le nom de ce deuxième profil (et dans le profil suivant). Le terme « Inv » réfère au fait que le vote optimal implique l'inversion des candidats B et C par rapport aux préférences de l'électeur 1 sous la règle de Borda. Le terme « Sinc » fait référence au vote optimal sincère sous le Vote Préférentiel. L'ensemble de probabilité d'élection correspondant au vote optimal est $W = (1, 0, 0)$ sous Borda et $W = (1/4, 3/4, 0)$ sous le Vote Préférentiel.

Le prochain profil porte cette fois sur une élection avec quatre candidats. Ce profil est différent des précédents par le fait que l'ensemble de votes optimaux n'est pas de même taille d'une règle de vote à l'autre. Le vote optimal est ACBD sous Borda, tandis que les votes optimaux sont ABCD et ABDC sous le Vote Préférentiel.

Sous Borda, les votes des électeurs 2, 3 et 4 donnent quatre voix à A, cinq voix

TABLEAU 2.3 Profil 3 : Inv - Sinc - 4

Électeur 2	Électeur 3	Électeur 4
B	C	D
A	D	B
D	A	A
C	B	C

à B, trois voix à C et six voix à D. L'électeur 1 a donc intérêt à inverser B et C par rapport au vote sincère afin d'assurer la victoire de A. En votant de façon optimale, le total de voix pour chaque candidat dans l'ordre alphabétique est donc respectivement de sept, six, cinq et six voix. ACBD est le seul vote permettant de positionner A en avance sur ses opposants viables B et D. L'électeur 1 a donc encore un incitatif à sous-classer B et ainsi, exagérer la différence entre A et B. Cependant, il doit maintenir D en dernière position, puisque ce candidat dispose déjà de deux voix en avance sur A. Par conséquent, le vote ACBD assure l'élection de A.

Sous le Vote Préférentiel, l'électeur 1 doit classer A en première position et B en deuxième position pour voter de façon optimale. L'incitatif quant au positionnement de A au premier rang provient du vote de l'électeur 2, dont A est le deuxième choix. En suivant cet incitatif, A est un candidat viable dans cette course, puisque l'élimination de B conduirait à un tirage au sort entre A et D ou à une victoire immédiate de A (si D est éliminé avant C). Ensuite, la multiplicité des votes optimaux sous le Vote Préférentiel provient du fait que C est classé en dernier sur les bulletins de vote de la moitié des électeurs, ce qui implique que ce candidat n'a aucune chance d'être élu si l'électeur 1 classe ce dernier dans l'un des deux derniers rangs. Les votes ABCD et ABDC conduisent à l'ensemble de probabilité d'élection suivant : $W = (5/16, 7/16, 0, 1/4)$.

En résumé, le vote ACBD est optimal pour l'électeur 1 sous la règle de Borda, alors que les votes ABCD et ABDC sont optimaux sous le Vote Préférentiel. L'ensemble de probabilité d'élection correspondant au vote optimal est $W = (1, 0, 0, 0)$ sous Borda et $W = (5/16, 7/16, 0, 1/4)$ sous le Vote Préférentiel. Par conséquent, ce profil implique à la fois une différence dans le vote optimal et une différence dans le gain espéré de ce vote entre les deux règles de vote.

2.3 Profils de vote 4 et 5 : Inv - Inv

Les deux prochains profils, nommés « Inv - Inv - 3 » et « Inv - Inv - 4 », impliquent le même ajustement par rapport au vote sincère sous les deux règles de vote pour obtenir le vote optimal, soit une inversion de A et B. Pour cette raison, le terme « Inv - Inv » dans le nom de ces profils fait référence au fait que le vote optimal de l'électeur 1 implique l'inversion des candidats A et B par rapport à ses préférences sous la règle de Borda et sous le Vote Préférentiel. Toutefois, un incitatif supplémentaire à ne pas surévaluer le rival de B est présent sous Borda.

Le prochain profil considère trois candidats, dont A, qui est en queue de peloton selon les votes des électeurs 2, 3 et 4; A est le candidat le moins préféré des électeurs 1 et 4 et le deuxième choix de l'électeur 3.

TABLEAU 2.4 Profil 4 : Inv - Inv - 3

Électeur 2	Électeur 3	Électeur 4
B	C	C
C	A	B
A	B	A

Sous les deux règles de vote, l'électeur 1 a intérêt à pousser B en première position. L'ensemble de votes optimaux est cependant différent d'une règle de vote à

l'autre. Sous Borda, l'électeur 1 doit en plus positionner C au dernier rang, puisqu'il dispose d'une avance de deux voix sur son plus proche concurrent, B. En effet, le vote des électeurs automatisés attribue déjà une voix pour A, trois voix pour B et cinq voix pour C. De cette façon, le vote BAC empêche une victoire immédiate de C en permettant une égalité entre B et C.

Sous le Vote Préférentiel, C dispose déjà de deux premières positions et est en deuxième position sur le bulletin de l'électeur 2. En conséquence, l'électeur 1 a seulement l'incitatif de positionner B au premier rang pour empêcher l'élection immédiate de C. Cette différence dans le nombre de votes optimaux provient du fait que le mécanisme d'allocation des voix sous Borda tient compte de tous les rangs sur le bulletin de vote, contrairement au mécanisme du Vote Préférentiel qui, à chaque comptage, ne tient compte que des premiers classements. Bien que le nombre de votes optimaux est différent, le vote optimal entraîne dans ce profil les mêmes chances d'élection pour chaque candidat sous les deux règles de vote et, donc, les mêmes gains espérés pour notre électeur.

En résumé, le vote BAC est optimal pour l'électeur 1 sous la règle de Borda, alors que les votes BAC et BCA sont optimaux sous le Vote Préférentiel. L'ensemble de probabilité d'élection correspondant au vote optimal est $W = (0, 1/2, 1/2)$ sous Borda ainsi que sous le Vote Préférentiel. L'ensemble des votes optimaux est plus grand sous le Vote Préférentiel, mais le gain espéré du vote optimal est le même sous les deux règles de vote.

L'élection sur le prochain profil de vote porte sur quatre candidats et implique encore une fois un incitatif à délaissier le candidat A en montant le candidat B. Le profil suivant capture à la fois l'effet de la multiplicité des votes optimaux et des différences dans les probabilités d'élection des candidats suivant un vote optimal d'une règle de vote à l'autre.

TABLEAU 2.5 Profil 5 : Inv - Inv - 4

Électeur 2	Électeur 3	Électeur 4
B	D	D
C	B	A
D	A	C
A	C	B

Sous Borda, les votes des électeurs 2, 3 et 4 attribuent déjà trois voix pour A, cinq pour B, trois pour C et sept pour D. Par conséquent, A et C ne sont pas des candidats viables et leur positionnement l'un par rapport à l'autre n'importe pas pour voter de façon optimale. Comme dans le dernier profil, l'électeur 1 a intérêt sous les deux règles de vote à positionner B au premier rang pour empêcher la victoire immédiate du candidat le moins préféré sous les deux règles de vote, à savoir D. Cependant, il a un incitatif supplémentaire sous Borda à maintenir D en dernière position afin de maximiser l'écart de voix entre B et D, et ainsi entraîner la victoire immédiate de B. Les votes optimaux sont donc BACD et BCAD sous Borda.

Sous le Vote Préférentiel, l'électeur 1 doit seulement positionner B au premier rang pour empêcher l'élection immédiate du candidat le moins préféré (D). En effet, D dispose déjà de la moitié des premières positions et le seul électeur qui ne classe pas D au premier rang, l'électeur 2, considère A comme étant le pire candidat. De cette façon, positionner A au premier rang entraînerait l'élimination automatique de C, suivi d'un tirage au sort entre A et B. Puisque l'électeur 1 préfère D à A, l'élimination de B entraînerait le transfert de l'appui de l'électeur 2 vers D, ce qui assurerait sa victoire immédiate contre A. Positionner A au premier rang fournirait donc seulement 25% de chance d'élection à B, tandis que pousser B au premier rang assure 50% de chance d'élection à B.

En résumé, ce profil comporte une multiplicité de votes optimaux sous les deux règles de vote, mais le nombre de votes optimaux reste supérieur sous le Vote Préférentiel. Les votes BACD et BCAD sont optimaux sous Borda, alors que les six votes où B est classé en premier sont optimaux sous le Vote Préférentiel. De plus, les probabilités d'élection diffèrent entre les deux règles de vote : $W = (0, 1, 0, 0)$ sous Borda et $W = (0, 1/2, 0, 1/2)$ sous le Vote Préférentiel. Une fois de plus, le gain espéré du vote optimal est plus élevé sous Borda que sous le Vote Préférentiel.

2.4 Profil de vote 6 : InvHaut&Bas - Inv

Le dernier profil, nommé « InvHaut&Bas - Inv », comprend quatre candidats et implique une rivalité entre B et C. Sous les deux règles de vote, l'électeur 1 est incité à pousser B vers le haut. Toutefois, l'incitatif quant au positionnement de C est différent d'une règle de vote à l'autre. En ce sens, le terme « InvHaut&Bas » dans le nom du profil réfère au fait que le vote optimal de l'électeur 1 implique l'inversion des candidats au haut du bulletin de vote (A et B) ainsi que ceux au bas (C et D) par rapport à ses préférences sous la règle de Borda. Le terme « Inv » fait référence au fait que le vote optimal de l'électeur 1 implique seulement l'inversion des candidats A et B par rapport à ses préférences sous le Vote Préférentiel.

TABLEAU 2.6 Profil 6 : InvHaut&Bas - Inv

Électeur 2	Électeur 3	Électeur 4
D	C	C
B	B	A
C	A	B
A	D	D

Sous Borda, les votes des électeurs 2, 3 et 4 fournissent trois voix pour A, cinq voix pour B, sept voix pour C et trois voix pour D. L'électeur 1 peut donc assurer

la victoire de B en le positionnant au premier rang et en positionnant C dernier. De cette façon, les votes optimaux, BADC et BDAC, fournissent huit voix pour B et maintiennent C à sept voix. En d'autres mots, le profil incite l'électeur 1 à surévaluer le candidat B et sous-évaluer le candidat C.

Sous le Vote Préférentiel, l'ensemble de votes optimaux et les probabilités de victoire de chaque candidat sont différents que sous Borda. Pour voter de façon optimale sous le Vote Préférentiel, l'électeur 1 doit positionner B en premier et C au-dessus de D. Les votes BACD, BCAD et BCDA sont donc optimaux. C reçoit déjà deux premières positions des électeurs 3 et 4. Si l'électeur 1 positionne A ou B au premier rang, ce candidat devra ensuite gagner un tirage au sort contre D, qui est le candidat préféré de l'électeur 2. L'électeur 1 a donc intérêt à positionner B en premier, puisque l'élimination de D entraîne le transfert du choix préféré de l'électeur 2 vers le candidat B. En ce sens, il devient alors possible pour B de gagner contre C dans le tirage au sort suivant qui les oppose. Autrement dit, positionner A en premier entraîne l'élimination immédiate de B et conduit à l'élection de C ou à un tirage au sort entre C et D. Ensuite, si B est positionné en premier et qu'il perd le tirage au sort contre D, la première position de l'électeur 1 sera transférée au candidat suivant sur son bulletin de vote qui est encore en lice, soit C ou D. L'électeur 1 est donc incité à positionner C au-dessus de D afin d'empêcher l'élection potentielle de D.

En résumé, la multiplicité des votes optimaux varie également sous ce profil de vote d'une règle de vote à l'autre. Les votes BADC et BDAC sont optimaux pour l'électeur 1 sous Borda, alors que les votes BACD, BCAD et BCDA sont optimaux sous le Vote Préférentiel. En outre, les probabilités d'élection diffèrent entre les deux règles de vote et entraînent un gain espéré supérieur sous Borda, tel que $W = (0, 1, 0, 0)$ sous Borda et $W = (0, 1/4, 3/4, 0)$ sous le Vote Préférentiel.

Le tableau 2.7 résume les votes optimaux et la probabilité d'élection de chaque candidat par profil et par règle de vote. Pour le profil Inv - Inv - 4, les votes optimaux nécessitent seulement que le candidat B soit classé en premier. Les six votes satisfaisant ce critère sont référés dans le tableau par « B - ».

TABLEAU 2.7 Votes optimaux et probabilités d'élection de chaque candidat par profil et règle de vote

No	Profil	Borda	Préférentiel
1	Sinc - Sinc	ABC (1, 0, 0)	ABC (1/4, 1/4, 1/2)
2	Inv - Sinc - 3	ACB (1, 0, 0)	ABC (1/4, 3/4, 0)
3	Inv - Sinc - 4	ACBD (1, 0, 0, 0)	ABCD, ABDC (5/16, 7/16, 0, 1/4)
4	Inv - Inv - 3	BAC (0, 1/2, 1/2)	BAC, BCA (0, 1/2, 1/2)
5	Inv - Inv - 4	BACD, BCAD (0, 1, 0, 0)	B - (0, 1/2, 0, 1/2)
6	InvHaut&Bas - Inv	BADC, BDAC (0, 1, 0, 0)	BACD, BCAD, BCDA (0, 1/4, 3/4, 0)

CHAPITRE III

CADRE EXPÉRIMENTAL

3.1 Collecte des données

J'ai conduit des séances en laboratoire afin de recueillir les données permettant de répondre à la question de recherche de ce mémoire. Les séances expérimentales se sont déroulées à l'automne 2019 au laboratoire d'économie expérimentale de l'Université Laval (LEEL) à Québec et au Laboratoire d'économie expérimentale du CIRANO à Montréal. Les 15 séances en laboratoire ont permis de collecter les décisions de vote de 104 participants. Les cinq premières séances se sont tenues au laboratoire de l'Université Laval (LEEL) et les dix suivantes au CIRANO. Entre un et dix participants se sont présentés par séance.

Le recrutement aux séances a été fait par l'envoi d'une invitation à l'expérience à un ensemble aléatoire des personnes inscrites dans les banques de participants des deux laboratoires. Ces personnes étaient ensuite libres de s'inscrire ou non à une séance. Le LEEL détient une banque composée de près de 500 participants, tandis que le laboratoire du CIRANO a une banque d'environ 3 000 participants. Les banques de participants du LEEL sont principalement composées d'étudiants du campus de l'Université Laval et de membres du personnel travaillant sur le campus. Au CIRANO, les participants représentent un groupe plus hétérogène d'adultes universitaires et non-universitaires.

3.2 Paramètres de l'expérience

L'expérience est composée d'une série de six profils de vote (résumé dans le tableau 2.7) par rapport auxquels le participant est appelé à soumettre un vote. Chaque profil de vote est répété à deux reprises et sous les deux règles de vote. L'expérience comprend donc 24 élections et la base de données contient 2 496 votes. Les différents profils de vote varient quant au vote optimal sous les deux règles de vote et quant à la complexité pour trouver ce vote. La moitié des profils de vote porte sur des élections à trois candidats et l'autre moitié sur des élections à quatre candidats. L'ajout de profils de vote avec quatre candidats repose sur l'idée que la complexité du Vote Préférentiel rend la recherche du vote optimal plus coûteuse en termes d'effort cognitif, car les votes optimaux nécessitent des calculs stratégiques plus élaborés pour les profils de vote à quatre candidats.

Dans l'expérience, le participant joue le rôle de l'électeur 1, tel que présenté dans le chapitre II. Les choix électoraux du participant sont réalisés dans un contexte d'information parfaite, puisque le participant observe les votes des trois électeurs automatisés. Ces électeurs automatisés correspondent aux électeurs 2, 3 et 4 du chapitre II. De cette façon, il n'est pas nécessaire d'éliciter les croyances du participant quant aux comportements de vote des électeurs automatisés.

Enfin, l'expérience comporte deux traitements, lesquels diffèrent dans l'ordre des règles de vote. Dans le premier traitement, les participants doivent d'abord voter dans douze élections sous le Vote Préférentiel, puis répéter les douze élections sous la règle de Borda. Dans le second traitement, les participants votent d'abord sous la règle de Borda, puis sous le Vote Préférentiel. 56 participants ont voté d'abord sous le Vote Préférentiel puis sous la règle de Borda (Préf.-Borda) et 48 ont reçu

le traitement inverse (Borda-Préf.).¹ Cette distinction entre les deux traitements permettra de tenir compte de potentiels effets d'apprentissage liés aux règles de vote.

3.3 Protocole expérimental

L'ensemble de l'expérience se déroule sur une application sur tablette programmée en oTree (Chen *et al.*, 2016). Avant le début de l'expérience, le participant est assigné de manière aléatoire à un poste de travail équipé d'une tablette, dont le traitement a été préalablement mis en place. Le participant commence en lisant les instructions sur le déroulement de l'expérience et sur la première règle de vote.² Tel qu'il est standard de le faire dans la littérature expérimentale sur le vote, une terminologie neutre est employée en référant aux candidats comme des alternatives et en associant chaque alternative à une couleur (Forsythe *et al.*, 1993, 1996; Rietz *et al.*, 1998). Les candidats A, B et C sont respectivement désignés par les couleurs Bleue, Orange et Verte. La couleur Grise est quant à elle ajoutée dans les élections à quatre candidats et est associée au candidat D. À la suite des instructions, un test est effectué afin de vérifier la compréhension du participant par rapport à la première règle de vote et à la structure des gains. Par ailleurs, les instructions sur les règles de vote sont disponibles aux participants en permanence durant l'expérience.

Une fois le test réussi, les élections débutent. Le participant est appelé à voter en classant les candidats qui lui sont présentés. Il dispose dès le début de l'ex-

1. Le tableau A.1 à l'annexe A présente la répartition des participants aux traitements par séance.

2. L'annexe C présente une transcription des instructions sur l'expérience en générale et sur les règles de vote.

périence de ses propres préférences concernant l'élection de chaque candidat. Ces préférences sont induites par le paiement qu'il peut recevoir relativement au candidat élu. Lors des élections à trois candidats, il reçoit un montant de 40\$ si le candidat désigné par Bleu est élu, 30\$ si le candidat Orange est élu et 20\$ si le candidat Vert est élu. Pour les élections à quatre candidats, la couleur Grise est ajoutée et un paiement de 10\$ lui est associé. Ces gains sont rappelés au participant avant chaque élection. Le participant effectue ainsi douze élections sous la première règle de vote. Ces douze élections consistent en six profils de vote par rapport auxquels le participant doit répondre à deux reprises successives en fournissant à chaque fois son propre classement des candidats. Les profils de vote sont présentés à l'électeur dans un ordre aléatoire. Le participant prend connaissance des votes des trois électeurs automatisés, pour ensuite déterminer et soumettre son vote (voir la figure 3.1 pour un exemple de l'affichage dans une période de vote). L'ordre de présentation des candidats dans l'enregistrement des votes est déterminé de façon aléatoire pour chaque élection.

Après l'enregistrement du vote, les résultats de l'élection sont affichés et indiquent le candidat élu et le gain réalisé. Sous Borda, l'écran des résultats indique de plus le nombre de voix reçues par chaque candidat. Sous le Vote Préférentiel, l'écran affiche également le nombre de premiers classements reçus à ce tour par chaque candidat à chaque tour d'élimination, ainsi que le candidat éliminé. Le participant répète ensuite ce processus dans un deuxième essai face au même profil de vote avant de passer au profil suivant. Il est donc possible pour le participant d'apprendre du résultat électoral au premier essai et de modifier conséquemment son vote au second essai. Les différences entre le premier et second essai permettent ainsi de vérifier si le participant apprend du résultat électoral au premier essai et si c'est le cas, d'étudier comment cet apprentissage modifie le comportement de vote au second essai.

Dans cette période, il y a 3 alternatives. Vos gains par alternative sont indiqués dans le tableau suivant :

	Alternative		
	Bleue	Orange	Verte
Vos gains en \$	40	30	20

Voici les votes des trois autres personnes de votre groupe.

Rang	Votes des trois autres personnes		
	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)	Orange	Verte	Verte
2 (deuxième)	Bleue	Bleue	Bleue
3 (dernier)	Verte	Orange	Orange

Veuillez soumettre votre vote, svp.

Je classe l'alternative (Notez que les alternatives sont présentées en ordre aléatoire) :

Bleue	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)
Verte	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)
Orange	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)

Notez que vous ne pouvez pas donner le même rang à deux alternatives. Chaque alternative doit avoir son propre rang.

FIGURE 3.1 Exemple de période de vote sous le Vote Préférentiel

Une fois que le participant a complété les élections sous la première règle de vote, un écran apparaît pour informer le participant du changement de règle de vote. Les instructions relatives à la nouvelle règle de vote apparaissent alors à l'écran. Un second test de compréhension est ensuite effectué et la poursuite de l'expérience est encore une fois conditionnelle à la réussite du test. Le participant débute alors la seconde partie de l'expérience où la seconde règle de vote sert à déterminer le candidat élu. Les profils sont les mêmes sous les deux règles de vote et l'ordre de présentation des profils est également le même.

La troisième partie de l'expérience comprend quatre questionnaires qui colligent

les informations sur les renseignements personnels du participant. Le premier questionnaire collecte les informations personnelles sur le sexe, l'année de naissance, le diplôme détenu et le domaine d'étude du participant. Dans ce premier questionnaire, le participant est également appelé à expliquer son processus de décision lors des élections. Dans le deuxième questionnaire, le participant répond à des questions évaluant ses capacités à réaliser des calculs probabilistes à l'aide du Berlin Numeracy Test (Cokely *et al.*, 2012) et des questions sur son niveau d'honnêteté. Dans les questions sur l'honnêteté, le participant doit évaluer le niveau auquel le recours au mensonge dans différents contextes est justifiable. Le troisième questionnaire sert à évaluer la tolérance à l'inégalité du participant en le confrontant à un jeu de dictateur dans lequel il est appelé hypothétiquement à partager un montant d'argent avec un autre individu. Il doit donc spécifier le montant qu'il donne, ainsi que le montant qu'il garde pour lui-même. Le questionnaire récolte également la réponse du participant lorsque l'expérimentateur double l'argent donné ou lorsqu'il double l'argent gardé par le dictateur. Le dernier questionnaire vise à évaluer la tolérance au risque en demandant de déterminer le montant nécessaire afin de rendre le participant indifférent entre la réception de ce montant et la participation à une loterie. Ces réponses aux questionnaires permettront de caractériser le type de chaque participant et d'étudier comment leur type influence leur réaction face aux incitatifs inhérents à chaque profil de vote. Par exemple, il sera possible d'évaluer si le participant averse à l'inégalité a tendance à soutenir le candidat recevant déjà le plus d'appuis des électeurs automatisés (Biais de conformité).

À la fin de l'expérience, une des 24 élections est choisie de manière aléatoire et le candidat gagnant de cette élection détermine le paiement du participant. Cette façon de déterminer le paiement du participant permet de garder l'attention de ce dernier jusqu'à la fin de l'expérience. Également, un montant supplémentaire de 15\$ est versé pour la participation à l'expérience. Le participant peut donc réaliser

un gain total compris entre 25\$ et 55\$. Les participants ont réalisé en moyenne un gain de 39,62\$ avec un écart-type de 9,80\$. La durée de l'expérience a été en moyenne d'environ 51 minutes, avec un minimum de 23 minutes et un maximum de 97 minutes.

3.4 Variables additionnelles

Au-delà des votes aux élections et des réponses aux questionnaires, d'autres informations colligées dans la base de données seront pertinentes pour analyser les comportements de vote des participants. La base de données contient entre autres le temps passé par chaque participant à la réalisation des différentes tâches. De plus, l'ordre d'affichage des candidats lors de l'enregistrement du vote était aléatoire et cet ordre a été collecté pour pouvoir contrôler au cas où l'ordre affecte des décisions.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

Ce chapitre présente les statistiques descriptives de l'expérience, les modèles empiriques et les résultats des estimations. La première section considère les caractéristiques des participants collectées dans l'expérience, l'opportunité d'apprentissage entre le premier et le second essai, ainsi que les différences de fréquences de votes optimaux et de votes sincères entre les deux règles de vote. La seconde section étudie comment les caractéristiques des participants et les caractéristiques des profils de vote expliquent les comportements de vote observés. Plus particulièrement, le premier modèle empirique considère le comportement de vote stratégique, alors que le second modèle considère aussi le vote sincère et deux comportements de vote cohérents avec des heuristiques.

4.1 Statistiques descriptives

4.1.1 Variables mesurées dans l'expérience

Les données collectées permettent de caractériser les participants à l'expérience. Pour la suite de l'analyse, j'utiliserai les variables suivantes pour caractériser les participants : leur numéracie, leur tolérance au mensonge, leur tolérance à l'inégalité, leur tolérance au risque, leur âge, leur sexe et leur niveau de diplomation.

Tout d'abord, le *Berlin Numeracy Test* (Cokely *et al.*, 2012) mesure la numéracie des participants sur une échelle discrète de 1 à 4, où 4 correspond à une numéracie élevée. Plus précisément, ce test évalue la capacité à effectuer un calcul de la probabilité de réalisation d'un événement quelconque. Pour la tolérance au mensonge, j'ai choisi d'utiliser la troisième question du questionnaire du *World Value Survey* évaluant l'honnêteté des participants, puisque cette question semblait mieux refléter la situation face à laquelle les participants se trouvaient durant l'expérience. L'énoncé du questionnaire II sur l'honnêteté est le suivant : « Pour chacune des affirmations suivantes, veuillez nous dire si vous pensez qu'elle peut toujours être justifiée, ne peut jamais être justifiée, ou quelque chose entre les deux en choisissant le bon degré. » et la troisième question de ce questionnaire concerne la troisième affirmation : « Mentir de manière générale ». Les autres questions de ce questionnaire sont disponibles à l'annexe C.6. La tolérance à l'inégalité indique le montant d'argent que le participant serait prêt à partager avec un autre joueur dans un jeu de dictateur. La tolérance au risque correspond à un équivalent certain, c'est-à-dire le montant d'argent qui rend les participants indifférents entre la réception de ce montant et la participation à une loterie, dont le gain espéré est de 25. De cette façon, les participants qui indiquent un équivalent certain supérieur à 25 sont averses au risque et ils sont preneurs de risque si cet équivalent certain est inférieur à 25.

L'expérience a permis de collecter aussi le temps écoulé en minutes pour chacune des tâches effectuées aux premiers et aux seconds essais durant l'expérience. La première tâche est de choisir le bulletin de vote (temps de décision) et la deuxième est de réviser les résultats après l'élection (temps de révision). Les résultats de l'élection expliquent comment le processus d'élimination sous le Vote Préférentiel et le nombre de voix reçues par chaque candidat sous Borda ont déterminé le candidat élu.

Le tableau 4.1 présente les statistiques descriptives concernant les variables continues mesurées dans l'expérience. Les quatre dernières colonnes du tableau 4.1 affichent respectivement la moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum de ces variables continues.

TABLEAU 4.1 Statistiques descriptives sur les variables continues

Variable	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Numéracie	2,13	1,12	1	4
Tolérance au mensonge	2,59	1,76	1	10
Tolérance à l'inégalité	33,75	21,62	0	100
Tolérance au risque	48,79	30,17	0	100
Âge	36,76	12,41	18	69
Temps de décision au 1er essai	1,07	1,15	0,07	17,62
Temps de décision au 2e essai	1,33	1,30	0,08	11,97
Temps de révision au 1er essai	0,25	0,38	0,02	4,93
Temps de révision au 2e essai	0.25	0.38	0.02	4.93

Le tableau 4.2 présente la fréquence absolue et la fréquence relative des observations pour les variables discrètes mesurées dans l'expérience et qui seront utilisées dans les estimations à venir dans ce chapitre. Pour le niveau de diplomation et les différents groupes d'âge, les catégories sont choisies de manière à ce que la taille des groupes soit comparable.

Les statistiques des tableaux 4.1 et 4.2 suggèrent que l'échantillon est assez hétérogène. On peut noter que les participants sont en moyenne averses au mensonge, à l'inégalité et au risque. Toutefois, une part importante de l'échantillon détient ou est en voie de compléter un diplôme de cycles supérieurs, d'où l'importance de tenir compte de ce facteur dans les estimations présentées dans ce chapitre.

TABLEAU 4.2 Statistiques descriptives sur les variables discrètes

Variable	Fréquence	Pourcentage (%)
Autres	18	17,3
Baccalauréat	43	41,3
Cycles supérieurs	43	41,3
18 à 26 ans	23	22,1
27 à 34 ans	28	26,9
35 à 44 ans	26	25,0
45 ans et plus	27	25,0
Féminin	49	47,1
Masculin ou autres	55	52,9
Total	104	100

4.1.2 Apprentissage entre le premier et second essai

Les participants répondent à chaque élection à deux reprises consécutives. Après avoir consulté le résultat de l'élection au premier essai, les participants sont demandés de prendre une décision de vote une seconde fois pour le même profil de vote. Ils pouvaient faire un vote identique à celui au premier essai ou changer leur vote. S'ils ont changé leur vote, la question qui se pose alors est de savoir si les participants ont passé d'un vote non optimal vers un vote optimal, ou l'inverse, selon la règle de vote utilisée. De cette façon, les deux essais offrent une opportunité d'apprentissage au participant.

Le tableau 4.3 présente dans la première ligne la proportion des participants qui ont changé de catégorie de vote entre le premier et second essai, soit d'un vote optimal à un vote non optimal ou l'inverse. Les deux lignes suivantes décomposent la proportion à la première ligne entre les participants qui ont passé d'un vote

optimal à un vote non optimal et ceux qui ont fait la transition inverse (non optimal à optimal). La quatrième ligne rapporte la proportion des participants qui ont fait un vote au second essai dans la même catégorie de vote qu'au premier essai. Puis, les deux dernières lignes décomposent la proportion exprimée à la quatrième ligne selon si les votes au premier et second essai étaient tous deux optimaux ou non-optimaux. Les proportions ont été calculées sous les deux règles de vote séparément.

TABLEAU 4.3 Transition des participants entre vote optimal et non optimal du premier au second essai

	Borda	Préférentiel
Changé (%)	8	22
Optimal→Non-optimal	24	42
Non-optimal→Optimal	76	58
Identique (%)	92	78
Optimal	51	33
Non-optimal	49	67

Tout d'abord, la proportion de participants qui ont changé leur vote de catégorie entre le premier et second essai est presque trois fois plus élevée sous le Vote Préférentiel. De ceux qui ont changé leur vote de catégorie, la proportion de participants qui a passé d'un vote optimal à un vote non optimal est inférieure à la proportion qui a fait la transition inverse (non optimal à optimal) sous les deux règles de vote. De surcroît, parmi ceux qui ont changé leur vote de catégorie, la proportion de participants qui est passée d'un vote optimal à un vote non optimal est plus faible sous Borda que sous le Vote Préférentiel. Puis, on peut noter que, parmi les participants ayant voté pour les deux essais dans la même catégorie

(optimal ou non optimal), une proportion plus importante a maintenu un vote non optimal sous le Vote Préférentiel.¹

Il y a trois explications potentielles pour expliquer les transitions observées entre les deux essais. Premièrement, une proportion plus importante de participants a cherché le vote optimal par essai-erreur sous le Vote Préférentiel que sous Borda. Il est important de noter que les élections au premier essai comptent parmi celles qui peuvent être pigées en fin d'expérience et qui peuvent déterminer le paiement du participant. L'intérêt de la méthode par essai-erreur n'est donc pas évident. Deuxièmement, la complexité du Vote Préférentiel pousse les participants à commettre des erreurs et l'apprentissage du résultat du premier essai ne semble pas améliorer les décisions de vote sous le Vote Préférentiel autant que sous Borda. La complexité du Vote Préférentiel pourrait être reliée au fait que les élections sous cette règle de vote conduisent plus souvent que sous Borda à des ex aequo et donc, à une loterie sur les gagnants. Cette loterie implique que le vote optimal est plus difficile à trouver et que le résultat de l'élection n'est pas un bon signal de l'optimalité du vote au premier essai. Troisièmement, le gain espéré des votes non optimaux est généralement plus élevé sous le Vote Préférentiel dans les profils sélectionnés. Le gain de l'effort des participants à trouver le vote optimal pourrait être ainsi plus faible sous le Vote Préférentiel, ce qui pourrait les conduire à adopter des heuristiques sous cette règle de vote.

En somme, les participants semblent apprendre davantage des résultats au premier essai lorsque les élections se déroulent sous Borda. Sous le Vote Préférentiel, les participants semblent utiliser le premier essai pour tester leur vote, mais réussissent moins bien à corriger leur vote lorsqu'il n'est pas optimal ou à reconnaître

1. Le tableau A.2 en annexe rapporte les mêmes proportions de changement pour chaque profil de vote. Les observations générales restent les mêmes que celles à propos du tableau 4.3.

lorsque leur vote est optimal que sous Borda. En effet, une proportion importante des participants sous le Vote Préférentiel change un vote optimal en un vote non optimal ou continue de voter de façon non optimale au second essai. Le recours à la méthode par essai-erreur sous le Vote Préférentiel pourrait être le résultat de la complexité. Toutefois, si cette méthode a été utilisée, elle ne semble pas avoir amélioré les résultats des participants.

Pour le reste de l'analyse, je me concentre sur le vote au second essai, puisque le participant a eu l'opportunité d'apprendre de son premier essai. Je noterai toutefois les différences dans les résultats obtenus lorsqu'il y en aura.

4.1.3 L'effet de la complexité sur le comportement de vote

On peut maintenant étudier comment la complexité influence le comportement de vote des participants. Les calculs pour trouver le vote optimal sont plus élaborés sous le Vote Préférentiel que sous Borda, d'où l'attribution dans la littérature académique que le Vote Préférentiel est une règle plus complexe par rapport à la règle de Borda (Bartholdi et Orlin, 1991; Chamberlin, 1985). Ceci est renforcé par le fait qu'une élection sous Borda conduit généralement à un gagnant certain, alors qu'une loterie sur les gagnants de l'élection est plus susceptible de se produire sous le Vote Préférentiel. Pour les profils de vote étudiés dans cette expérience, le vote optimal sous Borda implique l'élection immédiate d'un candidat pour cinq des six profils. Sous le Vote Préférentiel, le vote optimal conduit à une égalité pour tous les profils de vote. Pour voter de façon optimale sous le Vote Préférentiel, le participant doit comprendre les concepts liés au calcul de l'espérance pour être en mesure de comparer les résultats des élections selon le vote qu'il choisit. Ce calcul est plus compliqué dans les profils à quatre candidats où les probabilités d'élection peuvent être différentes de $1/4$, $1/2$ ou $3/4$. Ensuite, la complexité peut

s'exprimer par la distance entre le vote optimal et le vote sincère. En ce sens, on peut s'attendre qu'un vote optimal qui correspond au vote sincère soit plus facile à trouver qu'un vote optimal nécessitant plusieurs inversions de candidats par rapport à l'ordre de préférence du participant.

Pour évaluer formellement l'hypothèse que les fréquences de votes optimaux et de votes sincères sont indépendantes de la règle de vote, un test de χ^2 a été effectué pour chaque profil de vote. L'hypothèse sur le vote optimal a été testée séparément de celle sur le vote sincère.

Le tableau 4.4 présente les fréquences relatives de votes optimaux au second essai par profil et règle de vote. La dernière colonne du tableau présente la valeur p des tests de χ^2 dont l'hypothèse nulle est qu'il n'y a pas de différence dans la fréquence de votes optimaux entre les deux règles de vote. Dans le premier profil de vote, le vote optimal est sincère sous les deux règles de vote. Face à ce profil, 60% des participants ont voté de façon optimale (et sincère) sous Borda, alors que seulement 26% ont voté de façon optimale (et sincère) sous le Vote Préférentiel.

TABLEAU 4.4 Fréquences de votes optimaux selon le profil et la règle de vote

Profil	Borda		Préférentiel		χ^2
	Vote optimal	Fréq. (%)	Vote optimal	Fréq. (%)	
Sinc - Sinc	ABC	60%	ABC	26%	0,00
Inv - Sinc - 3	ACB	51%	ABC	34%	0,01
Inv - Sinc - 4	ACBD	41%	ABCD, ABDC	27%	0,03
Inv - Inv - 3	BAC	59%	BAC, BCA	52%	0,33
Inv - Inv - 4	BACD, BCAD	65%	B-	62%	0,56
InvHaut&Bas - Inv	BADC, BDAC	45%	BACD, BC-	33%	0,06

À partir des statistiques présentées dans le tableau 4.4, on peut comparer l'effet de la complexité entre les élections sous Borda et les élections sous le Vote Préfé-

rentiel. Le vote optimal est plus fréquent sous la règle de Borda pour tous profils de vote, bien que le nombre de votes optimaux est parfois plus élevé sous le Vote Préférentiel et que le vote optimal est sincère dans la moitié des profils sous le Vote Préférentiel contre une seule fois sous Borda. Les résultats des tests de χ^2 suggèrent que ces différences dans la fréquence de votes optimaux sont significatives à un seuil de 5% lorsque le vote optimal est sincère sous le Vote Préférentiel. On peut noter aussi que la différence est significative à un seuil de 10% pour le profil InvHaut& Bas - Inv.

Le fait que la fréquence de votes optimaux est significativement supérieure sous Borda est cohérent avec l'hypothèse que la complexité du Vote Préférentiel réduit la fréquence de votes optimaux. Or, on se serait attendu que l'écart dans la fréquence de votes optimaux entre les deux règles de vote soit plus faible lorsque le vote optimal est sincère sous les deux règles de vote (Profil Sinc - Sinc) et soit plus élevé pour les profils à quatre candidats, si cet écart dépend seulement de la complexité. Les écarts les plus faibles se trouvent sous les profils Inv - Inv - 3 et Inv - Inv - 4. Dans le profil Inv - Inv - 3, peu importe le vote optimal choisi sous les deux règles de vote, les probabilités d'élire les candidats sont les mêmes (voir dans le tableau 2.7). Dans le profil Inv - Inv - 4, la taille de l'ensemble des votes optimaux est trois fois plus élevée sous le Vote Préférentiel que sous Borda, ce qui facilite encore une fois la découverte du vote optimal sous le Vote Préférentiel. Ensuite, le nombre de candidats ne semble pas relié à la différence de fréquence de votes optimaux entre les deux règles de vote. En fait, les profils Sinc-Sinc et Inv-Sinc-3 sont les deux profils présentant les plus grands écarts dans la fréquence de votes optimaux, alors que les deux correspondent à des élections avec trois candidats.

Une deuxième perception dans le débat public et dans la littérature académique est que la complexité du Vote Préférentiel conduit les électeurs à voter de façon

sincère. Le tableau 4.5 rapporte les fréquences relatives de votes sincère au second essai par profil de vote sous la règle de Borda et sous le Vote Préférentiel.² La dernière colonne du tableau présente la valeur p des tests de χ^2 dont l'hypothèse nulle est qu'il n'y a pas de différence dans le vote sincère entre les deux règles de vote.

TABLEAU 4.5 Fréquences de votes sincères selon le profil et la règle de vote

Profil	Borda			Préférentiel			χ^2
	Optimal	Sincère	Fréq. (%)	Optimal	Sincère	Fréq. (%)	
Sinc - Sinc	ABC	ABC	60%	ABC	ABC	26%	0,00
Inv - Sinc - 3	ACB	ABC	18%	ABC	ABC	34%	0,01
Inv - Sinc - 4	ACBD	ABCD	15%	AB-	ABCD	23%	0,11
Inv - Inv - 3	BAC	ABC	5%	BAC, BCA	ABC	20%	0,00
Inv - Inv - 4	B-D	ABCD	7%	B-	ABCD	15%	0,05
InvHaut&Bas - Inv	B-C	ABCD	6%	BACD, BC-	ABCD	9%	0,42

Des résultats présentés dans le tableau 4.5, on peut noter que le vote sincère est plus fréquent sous le Vote Préférentiel, lorsque ce vote n'est pas optimal sous Borda (soit pour tous les profils sauf Sinc-Sinc). De plus, la complexité provenant du nombre de candidats semble réduire la fréquence de votes sincères, particulièrement sous le Vote Préférentiel. Dans le même sens, les profils où le vote optimal nécessite plusieurs ajustements par rapport au vote sincère ne présentent pas des proportions de votes sincères nécessairement plus élevées, et ce, sous les deux règles de vote. En fait, ces profils présentent soit davantage de votes optimaux soit davantage de votes qui ne sont ni optimaux ni sincères. D'ailleurs, les profils

2. Pour certains profils, les proportions de votes sincères dans ce tableau sont les mêmes que dans le tableau 4.4, puisque le vote optimal est sincère. Dans ces situations, le vote sincère est cohérent à la fois avec un comportement de vote sincère et avec un comportement de vote stratégique (voir Blais et Degan (2017) pour une explication détaillée de la définition de ces deux comportement de vote).

où le vote optimal est sincère sous le Vote Préférentiel présentent de fortes proportions de votes non optimaux. À partir de ces observations, l'hypothèse que la complexité du Vote Préférentiel favorise le vote sincère ne semble pas tenir.

Les tests de χ^2 suggèrent que la différence dans le vote sincère est significative entre les deux règles de vote à un seuil de 1% pour les profils Sinc - Sinc et Inv - Inv - 3. La différence est significative à un niveau de 5% pour les profils Inv-Sinc-3 et Inv-Inv-4. Tel qu'observé dans le tableau 4.5, la fréquence de votes sincères (et optimaux) dans le profil Sinc-Sinc est supérieure sous Borda. Avec cette information, on peut utiliser le résultat du test pour conclure que les fréquences de votes sincères sont significativement supérieures sous Borda pour ce profil. Pour tous les autres profils, la fréquence de votes sincères est toujours supérieure sous le Vote Préférentiel. En ce sens, la différence dans la fréquence de votes sincères est significativement plus élevée sous le Vote Préférentiel à un niveau de 1% sous le profil Inv-Inv-3 ainsi qu'à un niveau de 5% sous les profils Inv-Inv-3 et Inv-Inv-4. Les différences dans le vote sincère entre les deux règles de vote sont donc significatives dans les élections à trois candidats ou lorsque l'ajustement par rapport au vote sincère pour obtenir le vote optimal est le même sous les deux règles de vote.

Une autre hypothèse pour expliquer les écarts de votes optimaux et de votes sincères entre les règles de vote est que les participants sont sujets au biais de conformité lorsque la recherche du vote est trop complexe. En d'autres termes, la complexité du profil de vote pousse les participants à considérer le choix des autres participants et à voter de façon à faire élire ce choix. Alternativement, ce comportement pourrait être le reflet de préoccupations sociales. L'analyse du comportement individuel des participants permettra d'éclaircir le raisonnement.

4.2 Modèles empiriques et résultats

Dans la section suivante, je vais étudier les caractéristiques du comportement de vote individuel avec deux modèles empiriques. Dans une première étape, j'étudie les caractéristiques en lien avec un comportement de vote stratégique. Dans une seconde étape, j'étudie l'ensemble des comportements identifiés dans l'expérience, dont les comportements de vote reposant sur des heuristiques.

4.2.1 Le comportement de vote stratégique

La littérature définit un vote stratégique comme étant un comportement de vote qui consiste à choisir un bulletin de vote dit optimal, soit un vote maximisant le gain espéré de l'électeur compte tenu de ses attentes quant au vote des autres électeurs (Blais et Degan, 2017). En effet, ce comportement de vote peut coïncider avec un comportement de vote sincère lorsque le vote sincère maximise le gain espéré de l'électeur. L'ensemble des bulletins de vote optimaux varie selon le profil de vote et selon la règle de vote. La propension du participant à choisir un de ces votes peut être modélisée par des facteurs mesurés durant l'expérience.

Trois familles de facteurs peuvent expliquer un comportement de vote stratégique dans l'expérience. La première famille comprend les caractéristiques individuelles du participant (C_i). La deuxième contient les caractéristiques inhérentes au profil de vote (P_{it}). Puis, la troisième capte les propriétés du vote optimal (PVO_{it}). De cette façon, il est possible de modéliser le comportement stratégique du participant à partir de l'équation 4.1. Le modèle inclut également les caractéristiques de la séance expérimentale, différentes mesures du temps de décision et de révision des résultats électoraux (Z_{it}), des effets fixes de temps (X_t) et des effets aléatoires (μ_i).

$$O_{it} = \Phi(C_i \beta + P_{it} \delta + PVO_{it} \eta + Z_{it} \gamma + X_t \zeta + \mu_i + \epsilon_{it}) \quad (4.1)$$

$$O_{it} = \begin{cases} 1 & \text{si le vote est optimal} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\mu_i \sim N(0, \sigma_\mu^2)$$

J'estime l'équation 4.1 à l'aide d'un probit avec effets aléatoires à partir des votes des participants aux élections tenues durant l'expérience. J'ai sélectionné un modèle à effets aléatoires plutôt qu'un modèle à effets fixes principalement parce que je souhaite étudier la relation entre les caractéristiques des participants et la probabilité de voter de façon sincère. Les variables invariantes dans le temps, telles que les caractéristiques des participants, ne peuvent être étudiées dans un modèle probit à effets fixes. De plus, les participants qui n'ont jamais voté de façon stratégique ou ceux qui ont toujours voté de façon stratégique dans l'expérience ne peuvent être considérés dans l'estimation avec effets fixes, étant donné que la variable dépendante est invariante dans le temps pour ces participants.³

Le tableau 4.6 présente les résultats de quatre estimations probit avec effets aléatoires et le tableau 4.7 présente les effets marginaux moyens en lien avec ces quatre

3. Le test de spécification d'Hausman (1978) peut être utilisé pour départager un modèle avec effets aléatoires d'un modèle avec effets fixes. Le test exige qu'un des deux modèles soit plus efficace et que l'autre soit convergent, mais l'hypothèse que l'un des deux modèles est plus efficace n'est pas satisfaite. La statistique de test est de 85.91 et la valeur-p est près de 0. La différence dans les matrices de variance-covariance n'est cependant pas définie positive, ce qui invalide la conclusion du test.

estimations. Les quatre estimations varient selon l'inclusion des termes d'interaction entre les caractéristiques du vote optimal (le risque, la distance entre le vote optimal et le vote sincère et la distance entre le vote optimal et les votes des électeurs automatisés) et les caractéristiques des participants (leur tolérance au risque, leur tolérance à l'inégalité et leur tolérance au mensonge), ainsi que selon la mesure de perte espérée des bulletins de vote non optimaux par rapport au vote optimal. La première régression est la seule omettant les trois mesures de tolérance. Dans les trois autres régressions, les mesures de tolérance sont incluses de façon à tenir compte de l'interaction entre ces mesures et les propriétés du vote optimal. Dans les deux premières régressions, la perte espérée est mesurée par la différence médiane entre le gain espéré du vote optimal et le gain espéré des votes non optimaux. Dans les deux dernières, la perte espérée par rapport au vote optimal est respectivement mesurée par la différence minimale et maximale entre le gain espéré du vote optimal et le gain espéré des votes non optimaux.

Caractéristiques du profil de vote

Les profils de vote varient selon la règle de vote (Borda ou Préférentiel), le nombre de candidats (3 ou 4), le nombre de votes optimaux et la perte espérée par rapport au vote optimal. Étant donné la complexité du Vote Préférentiel, il est attendu qu'une plus faible proportion de votes stratégiques soit observée sous cette règle de vote. Les estimations 1, 2 et 4 supportent cette hypothèse par le coefficient négatif et significatif lié au Vote Préférentiel. Plus précisément, la proportion de votes stratégiques sous le Vote Préférentiel est entre 18 et 28 points de pourcentage plus faible selon les estimations. Ce résultat est obtenu en contrôlant pour le nombre de candidats et la multiplicité de votes optimaux. D'un autre côté, la perte espérée correspond à la différence entre le gain espéré du vote optimal et celui de chaque vote non optimal. Pour obtenir un indicateur qui varie seulement avec le profil et la règle de vote, on peut utiliser la perte espérée minimale, mé-

TABLEAU 4.6 Coefficients estimés des régressions sur le vote stratégique

	Probit (1)	Probit (2)	Probit (3)	Probit (4)
<u>Caractéristiques du profil</u>				
Vote Préférentiel	-0,685*** (0,218)	-0,694*** (0,218)	-0,215 (0,277)	-1,075*** (0,201)
Nombre de candidats	0,343 (0,330)	0,349 (0,334)	-0,457 (0,379)	0,430 (0,342)
Nombre de votes optimaux	-0,044 (0,103)	-0,046 (0,104)	0,241** (0,098)	-0,050 (0,113)
<u>Propriétés du vote optimal</u>				
Hamming sincère	0,237* (0,142)	0,111 (0,195)	0,096 (0,186)	0,175 (0,229)
Hamming social	-0,531*** (0,176)	-0,461** (0,198)	0,161 (0,198)	-0,699*** (0,256)
Risque du vote optimal	0,715*** (0,208)	0,465* (0,254)	0,163 (0,225)	0,444* (0,261)
<u>Caractéristiques des participants</u>				
Numéracie	0,800** (0,347)	0,897*** (0,345)	0,890*** (0,343)	0,890*** (0,342)
Cycles supérieurs	0,359* (0,210)	0,392* (0,214)	0,381* (0,212)	0,389* (0,212)
18 à 26 ans	0,689*** (0,266)	0,654** (0,274)	0,646** (0,273)	0,651** (0,272)
27 à 34 ans	0,573*** (0,208)	0,530** (0,212)	0,530** (0,211)	0,528** (0,211)
Féminin	-0,063 (0,205)	-0,033 (0,211)	-0,031 (0,210)	-0,036 (0,209)

Note : Les écarts-types sont affichés entre parenthèses. * p<0,10, ** p<0,05, *** p<0,01.

L'estimation comprend aussi des effets fixes de temps.

	Probit (1)	Probit (2)	Probit (3)	Probit (4)
<u>Termes d'interaction</u>				
Tolérance au risque × Risque du vote optimal		0,529* (0,318)	0,532* (0,317)	0,518* (0,315)
Tolérance à l'inégalité × Hamming social		-0,232 (0,181)	-0,231 (0,183)	-0,230 (0,179)
Tolérance au mensonge × Hamming sincère		0,487 (0,487)	0,484 (0,489)	0,491 (0,484)
<u>Pertes espérées</u>				
Perte médiane	0,0586*** (0,016)	0,0592*** (0,016)		
Perte minimale			0,141*** (0,033)	
Perte maximale				0,050*** (0,017)
<u>Temps de décision et de révision</u>				
Temps de décision au 1er essai	-0,008 (0,063)	-0,0038 (0,063)	0,0035 (0,063)	-0,0039 (0,063)
Temps de décision au 2e essai	0,0232 (0,078)	0,0175 (0,079)	0,0152 (0,079)	0,0136 (0,077)
Vote non-optimal au 1er essai × Temps de révision au 1er essai	-1,445*** (0,371)	-1,436*** (0,368)	-1,442*** (0,365)	-1,426*** (0,368)
Vote optimal au 1er essai × Temps de révision au 1er essai	0,178 (0,249)	0,175 (0,254)	0,168 (0,258)	0,186 (0,255)
<u>Caractéristiques de la séance</u>				
ULaval - Leel	0,218 (0,236)	0,242 (0,235)	0,242 (0,234)	0,240 (0,234)
Traitement : Préf. → Borda	-0,0964 (0,213)	-0,128 (0,215)	-0,127 (0,214)	-0,127 (0,213)
Constante	-1,716** (0,758)	-1,793** (0,783)	-0,936 (0,739)	-1,484* (0,785)
<hr/>				
Nombre d'observations/votes	1248	1248	1248	1248
AIC	1334	1333	1335	1338
BIC	1462	1476	1479	1482
σ_μ	0,821	0,839	0,835	0,833
ρ	0,403	0,413	0,411	0,410
Test de LR si $\rho = 0$	144,2	142,1	140,6	140,7

Note : Les écarts-types sont affichés entre parenthèses. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

L'estimation comprend aussi des effets fixes de temps.

TABLEAU 4.7 Effets marginaux moyens des régressions sur le vote stratégique

	Probit (1)	Probit (2)	Probit (3)	Probit (4)
<u>Caractéristiques du profil</u>				
Vote Préférentiel	-0,181*** (0,057)	-0,180*** (0,057)	-0,056 (0,072)	-0,281*** (0,052)
Nombre de candidats	0,090 (0,088)	0,091 (0,087)	-0,119 (0,098)	0,112 (0,090)
Nombre de votes optimaux	-0,012 (0,027)	-0,012 (0,027)	0,063** (0,025)	-0,013 (0,030)
<u>Propriétés du vote optimal</u>				
Hamming sincère	0,063* (0,037)	0,061* (0,036)	0,057* (0,034)	0,079* (0,047)
Hamming social	-0,140*** (0,047)	-0,140*** (0,047)	0,022 (0,048)	-0,203*** (0,063)
Risque du vote optimal	0,189*** (0,054)	0,188*** (0,054)	0,110** (0,043)	0,182*** (0,057)
<u>Caractéristiques des participants</u>				
Numéricité	0,211** (0,088)	0,233*** (0,086)	0,232*** (0,086)	0,233*** (0,086)
Cycles supérieurs	0,095* (0,053)	0,102* (0,054)	0,099* (0,054)	0,102* (0,054)
18 à 26 ans	0,182*** (0,070)	0,170** (0,071)	0,169** (0,071)	0,170** (0,071)
27 à 34 ans	0,151*** (0,054)	0,138** (0,054)	0,138** (0,054)	0,138** (0,054)
Féminin	-0,017 (0,054)	-0,009 (0,055)	-0,008 (0,055)	-0,009 (0,055)
Tolérance au risque		0,066* (0,039)	0,067* (0,039)	0,065* (0,039)

Note : Les écarts-types sont affichés entre parenthèses. * p<0,10, ** p<0,05, *** p<0,01.

	Probit (1)	Probit (2)	Probit (3)	Probit (4)
Tolérance à l'inégalité		-0,123 (0,095)	-0,123 (0,096)	-0,123 (0,095)
Tolérance au mensonge		0,098 (0,098)	0,097 (0,098)	0,099 (0,098)
<u>Perte espérée</u>				
Perte médiane	0,016*** (0,004)	0,016*** (0,004)		
Perte minimale			0,037*** (0,009)	
Perte maximale				0,013*** (0,004)
<u>Temps de décision</u>				
Premier essai	-0,002 (0,017)	-0,001 (0,016)	0,001 (0,017)	-0,001 (0,017)
Second essai	0,006 (0,020)	0,005 (0,020)	0,004 (0,021)	0,004 (0,020)
Temps de révision au 1er essai	-0,195*** (0,064)	-0,191*** (0,063)	-0,194*** (0,063)	-0,189*** (0,063)
<u>Caractéristiques de la séance</u>				
ULaval - Leel	0,058 (0,062)	0,063 (0,061)	0,063 (0,061)	0,063 (0,061)
Traitement : Pref → Borda	-0,025 (0,056)	-0,033 (0,056)	-0,033 (0,056)	-0,033 (0,056)

Note : Les écarts-types sont affichés entre parenthèses. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

diane ou maximale des votes non optimaux par rapport au vote optimal pour chaque profil de vote. Ces trois mesures impliquent une perte espérée plus faible ou égale sous le Vote Préférentiel dans les profils de vote considérés, puisque le Vote Préférentiel comporte une plus grande probabilité d'ex aequo, du moins dans les profils sélectionnés.

Dans la troisième régression, le coefficient lié au Vote Préférentiel n'est pas significatif, en raison de la corrélation entre cette règle de vote, la perte espérée minimale et le nombre de votes optimaux. D'une part, la différence entre les deux règles de vote en termes de perte espérée minimale est faible pour tous les profils de vote. D'autre part, les profils comportant plusieurs votes optimaux sont ceux où la différence en perte espérée minimale entre les règles de vote est la plus élevée. Ces relations entre ces trois variables expliquent le coefficient non significatif associé au Vote Préférentiel, mais aussi le coefficient significatif du nombre de votes optimaux et la taille de l'effet marginal de la perte espérée minimale.

Caractéristiques du participant

Les caractéristiques du participant comprennent la numéracie, la tolérance au risque, la tolérance à l'inégalité, la tolérance au mensonge, l'âge, le sexe et le niveau d'éducation. Ces caractéristiques sont mesurées à partir des réponses des participants aux questionnaires à la fin de la séance. Afin de faciliter l'interprétation des effets marginaux, la numéracie et les trois mesures de tolérance ont été mises sur une échelle de 0 à 1, où 1 correspond à la valeur la plus élevée de chacune de ces mesures.

À partir du *Berlin Numeracy Test* (Cokely *et al.*, 2012), la numéracie de chaque participant mesure la capacité à effectuer un calcul de la probabilité de réalisation d'un évènement quelconque. Un participant disposant d'une capacité plus élevée

à effectuer ce calcul pourrait avoir plus de facilité à calculer son gain espéré et de ce fait, une plus grande capacité à voter de façon stratégique. Cette hypothèse est corroborée par le coefficient positif et significatif de la numéracie dans les quatre estimations du tableau 4.7. Selon les effets marginaux moyens, la probabilité de voter de façon stratégique est plus élevée de 20 points de pourcentage pour un participant ayant le niveau de numéracie plus élevé par rapport à ceux qui ont une numéracie plus faible, *ceteris paribus*. Ce résultat est obtenu alors que je contrôle pour le niveau d'éducation et l'âge du participant.

Parmi les caractéristiques individuelles des participants, les mesures de tolérance au risque, de tolérance à l'inégalité et de tolérance au mensonge peuvent expliquer le vote stratégique dépendamment des propriétés du vote optimal, ce qui peut être modélisé par un terme d'interaction entre ces facteurs. Parmi les trois mesures de tolérance, seule la tolérance au risque présente un effet marginal moyen significatif à un seuil de 10%. Les autres mesures de tolérance présentent toutes des effets marginaux moyens non significatifs, même pour un seuil de 10%.⁴

Propriétés du vote optimal

Les propriétés du vote optimal qui peuvent expliquer le comportement de vote dans l'expérience concernent le niveau de sincérité de ce vote, le niveau d'accord de ce vote avec celui des électeurs automatisés et le risque relatif de ce vote.

La première propriété peut être mesurée par la distance entre le vote optimal et le vote sincère, soit le vote correspondant à l'ordre de préférence du participant par

4. De plus, j'ai effectué les mêmes estimations en incluant ces mesures de tolérance sans interaction avec les propriétés du vote optimal. Cette spécification du modèle conduit à des estimés non significatifs pour les trois mesures de tolérance.

rapport aux candidats. Plus précisément, la distance de Hamming (1950) a été utilisée pour mesurer la distance entre deux votes à partir du nombre d'inversions entre ces votes. Par exemple, considérons le vote BAC, tel que B est classé en premier, A en deuxième et C en troisième. La distance entre le vote BAC et le vote ABC est de 1, étant donné qu'une seule inversion entre les deux premiers candidats par rapport à l'un de ces votes est nécessaire pour atteindre le second. Dans les profils où plusieurs votes étaient optimaux, le nombre d'inversions minimal entre l'un des votes optimaux et le vote sincère a été retenu comme mesure de distance. Pour la suite, j'utiliserai le terme «Hamming sincère» pour faire référence à cette mesure.

Il est attendu qu'un vote optimal plus proche du vote sincère peut conduire à une proportion de votes stratégiques plus élevée, puisqu'il reflète mieux l'ordre de préférence du participant. Or, les effets marginaux positifs pour le Hamming sincère ne supportent pas cette hypothèse, malgré que ces effets sont significatifs seulement à un seuil de 10%. Néanmoins, ce résultat pourrait provenir du fait que la plupart des profils où le vote stratégique est différent du vote sincère (deux des cinq profils sous la règle de Borda et les trois profils sous le Vote Préférentiel) nécessitent seulement l'inversion des deux candidats préférés par rapport au vote sincère pour obtenir un vote optimal. À ce sujet, une heuristique liée à l'inversion des deux candidats préférés semble avoir été utilisée au travers de l'expérience, même dans les profils où ce vote n'est pas optimal. Cette heuristique sera étudiée en détail dans la section suivante.

Le comportement de vote des participants peut aussi être expliqué par un biais de conformité de la part des participants ou par une préférence sociale. Pour étudier ces deux explications, on peut mesurer le niveau d'accord entre le vote optimal et celui d'un des électeurs automatisés en calculant la distance de Hamming entre ces deux votes. Lorsque plusieurs votes optimaux sont possibles, on peut utiliser

la distance de Hamming minimale entre le vote optimal et le vote de chacun des électeurs automatisés. Pour la suite, j'utiliserai le terme « Hamming social » pour faire référence à la moyenne des trois distances de Hamming entre le vote optimal et le vote de chacun des électeurs automatisés comme mesure unique pour chaque profil de vote. Si les participants sont concernés par les normes sociales, on peut s'attendre que le vote stratégique soit plus fréquent lorsque le vote optimal est plus proche du vote des électeurs automatisés. Les effets marginaux négatifs dans les régressions 1, 2 et 4 suggèrent que le biais de conformité et/ou les préférences sociales du participant sont associés à une probabilité plus faible de voter de façon stratégique. Autrement dit, plus le vote optimal est différent du vote des électeurs automatisés, plus la proportion de votes cohérent avec un comportement de vote stratégique sera faible.

Puis, le risque relatif du vote optimal est mesuré à l'aide de la variance centrée et normalisée des probabilités d'élection des candidats, soit au calcul suivant dans les profils à trois (équation 4.2) et quatre (équation 4.3) candidats respectivement.

$$\text{RRO} = \left(2/3 - \sum_{k=1}^3 (\alpha_k - 1/3)^2 \right) / (2/3) \quad (4.2)$$

$$\text{RRO} = \left(3/4 - \sum_{k=1}^4 (\alpha_k - 1/4)^2 \right) / (3/4) \quad (4.3)$$

où α_k est la probabilité d'élection du candidat k étant donné le vote du participant.

Lorsque deux votes optimaux fournissent le même gain espéré sous deux profils de vote différents, il est possible que le risque relatif du vote optimal soit différent d'un profil à l'autre. Le risque relatif pourrait donc expliquer une différence dans la proportion de votes stratégiques qui n'est pas expliquée par le gain espéré. Selon les estimations, les profils où le risque du vote optimal est plus élevé présentent

davantage de votes cohérents avec un comportement stratégique. Ces profils de vote présentent aussi un vote optimal nécessitant seulement l'inversion des deux candidats préférés. Un participant souhaitant voter de façon stratégique et un participant suivant l'heuristique d'inversion des deux candidats préférés seraient conduits à choisir le même vote, ce qui augmenterait de façon artificielle la proportion de votes optimaux.

Autres variables de contrôle

Lorsque les élections sont réalisées dans un cadre expérimental, le lieu de l'expérience et l'ordre des règles de vote peuvent également expliquer les proportions de votes optimaux. Concernant l'ordre des règles de vote, le coefficient non significatif associé à cette variable supporte l'hypothèse d'indépendance du vote stratégique par rapport au traitement. L'annexe B présente une analyse détaillée de l'effet de traitement sur le vote stratégique et sur le vote sincère et qui vérifie les hypothèses d'indépendance de ces votes au traitement à l'aide de tests non paramétriques. La conclusion de ces tests est cohérente avec le coefficient non significatif obtenu dans l'estimation probit.

De plus, ce cadre expérimental implique que le participant peut apprendre au fil des élections à identifier le vote optimal dépendamment de la règle de vote. Le participant a également une opportunité d'apprentissage entre le premier et le second essai face à chaque profil de vote. Pour tenir compte de ce phénomène d'apprentissage, j'ai inclus dans les quatre estimations le temps écoulé à la consultation du profil de vote pour chacun des essais, le temps écoulé à la révision des résultats au premier essai selon l'optimalité du vote à cet essai et six effets fixes de temps pour chaque tour sous chaque règle de vote. Les variables de temps sont exprimées en minutes.

Choix du modèle

Afin de comparer les régressions, la valeur des critères d'information d'Akaike (1974) et de Schwarz (1978) est calculée pour chaque estimation. Les deux critères suggèrent que la dernière régression incluant une perte maximale peut mieux expliquer les proportions de votes optimaux observées. Un test de ratio de vraisemblance a aussi été effectué pour évaluer si l'inclusion d'effets aléatoires améliore l'efficacité de l'estimation. Plus précisément, l'hypothèse nulle de ce test est que la part de la variance dans l'estimation au niveau des participants est nulle, soit $\rho = \frac{\sigma_{\mu}^2}{\sigma_{\mu}^2 + 1} = 0$. Pour les trois estimations, les tests conduisent à une statistique de test située entre 137 et 142, ce qui conduit à rejeter l'hypothèse nulle. L'inclusion d'effets aléatoires semble donc appropriée pour toutes ces estimations.

Résumé des résultats

En somme, la propension au comportement stratégique est associée à un niveau de numéracie plus élevé, à la tenue de l'élection sous la règle de Borda, aux profils où le vote optimal est plus proche du vote des électeurs automatisés et à une perte espérée par rapport au vote optimal plus élevée. Ces résultats correspondent à ce qui est attendu a priori. Cependant, le signe des effets marginaux lié au Hamming sincère et au risque relatif du vote optimal ne correspond pas à ce qui est attendu. Une explication possible est que la proportion de votes optimaux est plus élevée dans les profils où ce vote correspond à l'inversion des deux candidats préférés par rapport à l'ordre de préférence. Ces profils de vote sont aussi caractérisés par un vote optimal différent du vote sincère et plus risqué. De cette façon, la forte proportion de votes optimaux dans ces profils de vote pourrait être le résultat à la fois de participants stratégiques et de participants utilisant l'heuristique d'inversion

des deux candidats préférés.

4.2.2 Les facteurs influençant le vote stratégique, sincère et d'autres heuristiques du vote

Jusqu'à présent, je me suis concentré sur l'analyse du vote stratégique. Parmi l'ensemble des votes soumis, 34% sont cohérents seulement avec un comportement stratégique, 8% seulement avec un comportement sincère et 12% sont cohérents avec ces deux comportements. Donc, 46% des votes ne sont ni sincères ni stratégiques.

Une proportion significative de ces autres votes soumis peut être résumée par deux heuristiques. La première heuristique est cohérente avec un comportement motivé par des préférences sociales ou un biais de conformité. Cette heuristique, à laquelle je vais me référer comme « vote social », consiste à choisir un vote proche de celui des trois électeurs automatisés. Je capture ce comportement social ou de conformité en utilisant la distance de Hamming moyenne avec le vote des électeurs automatisés.⁵ Je définis le vote ayant la plus faible distance de Hamming moyenne avec le vote des électeurs automatisés comme étant cohérent avec cette heuristique. Cette heuristique comptabilise près de 20% des votes.

La seconde heuristique consiste à inverser sur le bulletin de vote l'ordre des deux alternatives préférées. Pour la suite, j'utiliserai le terme « surévaluation » pour faire référence à la surévaluation du deuxième candidat qui résulte de cette heuristique. Par ailleurs, cette heuristique, à laquelle je me référerai comme « heuristique de surévaluation » par la suite, est parfois compatible avec le vote social et parfois avec un vote optimal. Près de 8% des votes soumis sont cohérents uniquement

5. Ce vote correspond également au classement des candidats selon le nombre de voix reçues de la part des trois électeurs automatisés sous la règle de Borda.

avec cette heuristique.

Dans l'analyse qui suit, chaque bulletin de vote est associé à une stratégie de vote (sincère, stratégique, sociale, heuristique de surévaluation) et le choix entre les bulletins de vote est traité comme choix discret entre les stratégies. Dans l'estimation, j'étudie les facteurs associés aux déviations comportementales des participants par rapport au comportement sincère. Dans le débat public, un des arguments présentés en faveur du Vote Préférentiel est que la complexité de la règle de vote conduit les électeurs à voter de façon sincère. Ainsi, utiliser le vote sincère comme alternative de référence permet de s'intéresser à la relation entre la complexité de la règle de vote et les déviations vers les autres types de comportements. En plus, le vote sincère est unique contrairement au vote optimal. Les profils de vote Inv - Inv - 4 et InvHaut&bas - Inv - 4 par exemple ont plusieurs votes optimaux.

Afin d'expliquer les différentes déviations par rapport au vote sincère, j'utilise à nouveau les caractéristiques individuelles du participant (C_i), les caractéristiques du profil de vote (P_{it}), les propriétés de chacun des votes associés à un comportement (PV_{itv}) et un ensemble de variables de contrôle (Z_{it}). On peut définir l'utilité d'un électeur i à la période électorale t pour le comportement de vote v à l'aide des équations 4.4 et 4.5. L'utilité d'un électeur comprend une partie déterministe (V_{itv}) et une partie aléatoire (ϵ_{itv}) :

$$U_{itv} = V_{itv} + \epsilon_{itv} \quad (4.4)$$

$$V_{itv} = C_i \beta_v + P_{it} \delta_v + PV_{itv} \eta + Z_{it} \gamma_v \quad (4.5)$$

En supposant que le terme d'erreur dans cette équation suit une distribution de valeur extrême de type I, la probabilité que l'électeur i à la période t choisisse le

vote v correspond à l'équation 4.6.

$$P(Y_{itv} = v) = \frac{\exp(V_{itv})}{\sum_v \exp(V_{itv})} \quad (4.6)$$

J'estime l'équation 4.6 par une régression logit multinomiale avec les écarts-types des coefficients qui sont regroupés par participant. Le tableau 4.8 affiche les coefficients estimés de cette régression pour les votes associés au comportement stratégique ou à l'utilisation d'une heuristique. De la même manière, le tableau 4.9 présente les effets marginaux moyens liés à l'estimation de l'équation 4.6.

Les différents comportements de vote

Pour l'estimation, je considère quatre comportements de vote, dont le comportement stratégique, le comportement sincère et les deux comportements associés à des heuristiques. Ces quatre comportements de vote totalisent 79,8% des votes dans l'expérience, dont 86% sous la règle de Borda et 73,6% sous le Vote Préférentiel.

Étant donné que le modèle comprend des variables spécifiques aux votes (PV_{itv}), inclure une catégorie de vote qui identifie plusieurs votes pour un même profil pose un problème concernant l'estimation des paramètres de ces variables. C'est le cas par exemple pour les profils comportant plusieurs votes optimaux. Dans ces profils, les différents votes optimaux peuvent avoir une distance de Hamming différente avec le vote sincère et assigner ces votes à un seul comportement de vote nécessiterait de spécifier une valeur unique pour la distance avec le vote sincère pour tous ces votes optimaux. Dans les profils comportant plus de deux votes optimaux, le vote stratégique se concentre principalement sur les deux votes opti-

TABLEAU 4.8 Coefficients estimés des régressions logit multinomiales

	Optimal I	Optimal II	Social	Surévaluation
Proportion des votes (%)	28,77	4,01	19,47	7,85
<u>Caractéristiques du profil</u>				
Préférentiel	-0,962** (0,381)	-2,006*** (0,759)	-0,061 (0,316)	1,580*** (0,413)
Nombre de votes optimaux	0,023 (0,135)	0,046 (0,166)	-0,385*** (0,138)	-0,815 (0,511)
Élections à 4 candidats	-0,215 (0,331)	0,032 (0,543)	0,626 (0,404)	0,692 (0,570)
<u>Caractéristiques des participants</u>				
Tolérance au risque	-0,862* (0,475)	-0,473 (0,764)	0,129 (0,500)	-0,761 (0,594)
Tolérance à l'inégalité	-1,434** (0,688)	-1,532 (1,222)	-0,548 (0,869)	-0,597 (0,768)
Tolérance au mensonge	1,618* (0,906)	1,836 (1,404)	0,039 (0,938)	-1,020 (0,896)
Numéracie	0,723 (0,482)	0,871 (1,044)	-0,519 (0,687)	0,616 (0,589)
Cycles supérieurs	-0,040 (0,293)	0,141 (0,421)	-0,643* (0,339)	0,269 (0,320)
18 à 26 ans	0,441 (0,346)	0,379 (0,593)	-0,856 (0,535)	-0,290 (0,405)
27 à 34 ans	0,768*** (0,296)	0,119 (0,459)	-0,733* (0,375)	0,505 (0,382)
Féminin	-0,284 (0,274)	0,853* (0,503)	0,123 (0,355)	0,142 (0,340)
<u>Caractéristiques de la séance</u>				
Lieu : ULaval	0,328 (0,318)	1,326*** (0,487)	0,569 (0,409)	-0,707 (0,454)
Traitement : Préférentiel → Borda	0,016 (0,283)	0,079 (0,488)	0,160 (0,322)	-0,204 (0,306)

Note : Les écarts-types sont affichés entre parenthèses. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.
L'estimation comprend aussi des effets fixes de temps.

	Optimal I	Optimal II	Social	Inv. en haut
Proportion des votes (%)	28,77	4,01	19,47	7,85
<u>Variables de temps</u>				
Temps de décision au 1er essai	0,298** (0,126)	0,301** (0,136)	-0,167 (0,208)	0,026 (0,154)
Temps de décision au 2e essai	0,375 (0,292)	0,567 (0,426)	0,182 (0,296)	0,524 (0,333)
Non-optimal au 1er essai × Temps de révision au 1er essai	-0,068** (0,030)	-0,005 (0,008)	0,023* (0,013)	-0,034* (0,018)
Optimal au 1er essai × Temps de révision au 1er essai	-0,446 (0,492)	-0,738 (0,647)	-13,689 (9,506)	-2,434 (1,582)
<u>Présentation des candidats</u>				
Diagonale ascendante	-0,219 (0,415)	1,131 (0,706)	-0,404 (0,360)	0,022 (0,532)
Diagonale descendante	0,017 (0,364)	0,641 (0,781)	-0,193 (0,420)	1,360** (0,570)
Constante	1,399* (0,793)	-1,110 (1,233)	3,477*** (0,893)	0,739 (1,108)
<u>Propriétés spécifiques aux votes</u>				
Perte par rapport au vote optimal	-0,086*** (0,016)			
Hamming sincère	-0,498*** (0,169)			
Hamming social	-1,058*** (0,270)			
Risque relatif du vote	0,341* (0,179)			

Note : Les écarts-types sont affichés entre parenthèses. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.
L'estimation comprend aussi des effets fixes de temps.

TABLEAU 4.9 Effets marginaux moyens des régressions logit multinomiales

Proportion des votes (%)	Sincère 19,71	Optimal I 28,77	Optimal II 4,01	Social 19,47	Suréval. 7,85
<u>Caractéristiques du profil</u>					
Préférentiel	0,018 (0,037)	-0,085** (0,042)	-0,073** (0,036)	0,021 (0,035)	0,120*** (0,026)
Nombre de votes optimaux	0,043** (0,021)	0,027* (0,015)	0,006 (0,006)	-0,038** (0,017)	-0,038 (0,027)
Élections à 4 candidats	-0,044 (0,038)	-0,062* (0,033)	0,001 (0,020)	0,077* (0,046)	0,028 (0,029)
<u>Caractéristiques des participants</u>					
Tolérance au risque	0,058 (0,050)	-0,097* (0,059)	0,002 (0,028)	0,071 (0,060)	-0,034 (0,029)
Tolérance à l'inégalité	0,128 (0,088)	-0,114 (0,078)	-0,023 (0,045)	0,017 (0,094)	-0,008 (0,035)
Tolérance au mensonge	-0,064 (0,095)	0,169 (0,107)	0,037 (0,050)	-0,068 (0,116)	-0,073* (0,044)
Numéracie	-0,028 (0,062)	0,090 (0,058)	0,020 (0,038)	-0,114 (0,078)	0,032 (0,030)
Cycles supérieurs	0,030 (0,031)	0,019 (0,037)	0,010 (0,016)	-0,082** (0,041)	0,024 (0,017)
18 à 26 ans	0,030 (0,041)	0,087** (0,044)	0,011 (0,022)	-0,119** (0,056)	-0,009 (0,020)
27 à 34 ans	-0,015 (0,032)	0,124*** (0,037)	-0,010 (0,016)	-0,130*** (0,041)	0,031 (0,020)
Féminin	-0,004 (0,033)	-0,064* (0,036)	0,040** (0,019)	0,022 (0,043)	0,006 (0,017)

Note : Les écarts-types sont affichés entre parenthèses. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Proportion des votes (%)	Sincère 19,71	Optimal I 28,77	Optimal II 4,01	Social 19,47	Suréval. 7,85
<u>Caractéristiques de la séance</u>					
Lieu : ULaval	-0,042 (0,034)	-0,016 (0,040)	0,050** (0,023)	0,057 (0,052)	-0,048** (0,019)
Traitement : Préférentiel → Borda	-0,005 (0,030)	-0,005 (0,036)	0,002 (0,017)	0,022 (0,041)	-0,014 (0,015)
<u>Variables de temps</u>					
Temps de décision au 1er essai	-0,008 (0,017)	0,038** (0,017)	0,006 (0,005)	-0,037 (0,026)	0,001 (0,008)
Temps de décision au 2e essai	-0,047 (0,035)	0,021 (0,025)	0,011 (0,012)	-0,006 (0,030)	0,021 (0,015)
<u>Présentation des candidats</u>					
Diagonale ascendante	0,019 (0,045)	-0,048 (0,047)	0,073 (0,046)	-0,050 (0,037)	0,005 (0,028)
Diagonale descendante	-0,040 (0,042)	-0,024 (0,036)	0,026 (0,037)	-0,051 (0,038)	0,089** (0,042)

Note : Les écarts-types sont affichés entre parenthèses. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

maux les plus proches du vote sincère.⁶ J'ai donc choisi de créer deux catégories de vote optimal non sincère, une première pour le vote le plus proche du vote sincère (Optimal I) et une seconde, pour le deuxième vote le plus proche du vote sincère (Optimal II). Les autres votes optimaux, qui rassemblent 1,5% des votes, ne sont pas catégorisés à ce titre et n'ont de toute façon pas été choisis suffisamment par les participants pour permettre l'identification de facteurs explicatifs.

Les caractéristiques des profils de vote

Tel que présenté dans le tableau 4.9, j'ai choisi de caractériser un profil de vote par

6. La proximité d'un vote optimal avec le vote sincère est mesurée par le nombre d'inversions entre ces deux votes, soit par la distance de Hamming sincère.

la règle de vote utilisée, le nombre de votes optimaux et le nombre de candidats.

Selon l'argument avancé dans le débat public, la complexité de la règle de vote devrait réduire la fréquence de votes optimaux et augmenter la fréquence de votes sincères, mais les résultats de l'estimation soutiennent plutôt que la complexité conduit à une plus grande utilisation d'une heuristique de surévaluation. En effet, les coefficients estimés indiquent que le Vote Préférentiel est associé à moins de déviations du vote sincère vers des votes optimaux que la règle de Borda, ce qui est cohérent avec les résultats agrégés obtenus dans la sous-section 4.1.3. En même temps, les résultats de l'estimation suggèrent que les participants dévient davantage d'un vote sincère vers l'utilisation d'une heuristique de surévaluation sous cette règle de vote. En outre, les participants ne semblent pas dévier davantage du vote sincère vers un vote social sous le Vote Préférentiel que sous la règle de Borda. Selon les effets marginaux, les élections sous cette règle de vote présentent une probabilité de choisir un vote sincère de 2 points de pourcentage plus élevée, un vote stratégique de 16 points de pourcentage plus faible, un vote social ou de conformité de 2 points de pourcentage plus élevée et un vote cohérent avec l'heuristique de surévaluation de 12 points de pourcentage plus élevée. La complexité de la règle de vote ne conduit donc pas en moyenne à une probabilité plus élevée de votes sincères, tel qu'avancé dans le débat public, mais à une probabilité plus élevée de votes compatibles avec l'heuristique de surévaluation du deuxième candidat préféré.

D'un autre côté, la multiplicité de votes optimaux est associée à moins de déviations d'un vote sincère vers un vote social. Les effets marginaux indiquent que les profils comportant plus de votes optimaux sont associés à une probabilité plus élevée de voter de façon sincère et une probabilité plus faible de voter de façon sociale. Par contre, le nombre de candidats, un facteur pouvant complexifier la recherche du vote optimal, ne permet pas d'expliquer les déviations comporte-

mentales par rapport au vote sincère, ni ne semble avoir un effet significatif sur la probabilité de choisir un de ces votes.

Les caractéristiques des participants

Les caractéristiques des participants considérées dans l'estimation sont la tolérance à l'inégalité, la tolérance au risque, la tolérance au mensonge, la numéracie, l'âge, le sexe et le niveau d'éducation.

Selon les résultats de l'estimation, la tolérance à l'inégalité est associée à une proportion plus faible de vote optimal I par rapport au vote sincère. Ce constat ne se traduit pas dans les effets marginaux moyens, qui ne sont pas significatifs. D'un autre côté, la tolérance au risque, la tolérance au mensonge et la numéracie comportent toutes des coefficients et des effets marginaux non significatifs. Pourtant, on pourrait s'attendre que la numéracie soit associée à un plus grand nombre de participants qui dévie du vote sincère vers un vote optimal. Les coefficients estimés et les effets marginaux soutiennent plutôt que la numéracie ne permet pas d'expliquer les déviations par rapport au vote sincère.

Ce résultat n'implique pas nécessairement que la numéracie ne joue pas un rôle dans la probabilité de voter de façon optimale, étant donné que la référence utilisée n'est pas la même dans le modèle multinomial que dans le modèle sur le vote stratégique de la sous-section 4.2.1. Premièrement, le modèle sur le comportement stratégique compare ce comportement de vote à tous les autres votes enregistrés dans l'expérience, alors qu'il est comparé uniquement à un vote sincère dans le modèle multinomial. Deuxièmement, le comportement stratégique considéré dans le modèle multinomial est non-sincère. En d'autres termes, il est possible que des participants stratégiques votent de façon optimale autant lorsque ce vote est sincère que lorsqu'il ne l'est pas. Si ces participants sont suffisamment nombreux,

le niveau de numéracie ne sera pas très différent entre les participants qui choisissent un vote sincère et ceux qui choisissent un vote optimal (non sincère), ce qui pourrait expliquer les résultats de l'estimation multinomiale.

Ensuite, les participants plus jeunes dévient plus souvent vers un vote stratégique et moins souvent vers un vote social. La relation entre le vote stratégique et l'âge peut être le reflet d'une capacité cognitive plus élevée des participants plus jeunes qui ne serait pas capturée par la numéracie ou le niveau d'éducation. Cette hypothèse est supportée par l'effet marginal positif et significatif pour le groupe d'âge de 22 à 34 ans sur la probabilité de choisir le vote optimal I. Puis, le résultat concernant les déviations vers le vote social est cohérent avec les conclusions de l'expérience faite par Kettner et Waichman (2016) ou Bellemare *et al.* (2008) qui suggèrent que les personnes plus âgées ont tendance à présenter des préférences sociales plus élevées.

Les autres variables de contrôle

Les variables de contrôle incluses dans l'estimation sont les temps de décision aux deux essais, les temps de révision des résultats au premier essai conditionnellement au fait d'avoir voté de façon optimale à cet essai, le lieu de la séance expérimentale, l'ordre des règles de vote et deux indicateurs de la présentation des candidats. Ces deux derniers indicateurs sont des variables dichotomiques indiquant si le vote choisi par le participant correspond à la diagonale ascendante ou la diagonale descendante de la présentation des candidats lors de l'enregistrement du vote, tel que rapporté dans l'exemple à la figure 4.1. Dans cet exemple, la diagonale descendante correspond au vote où Bleue est classé en première position, Verte en deuxième et Orange en troisième. La diagonale ascendante correspond au bulletin de vote où Orange est positionnée en premier, Verte en deuxième et Bleue en

troisième.

Veuillez soumettre votre vote, svp.

Je classe l'alternative (Notez que les alternatives sont présentées en ordre aléatoire) :

Bleue	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)
Verte	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)
Orange	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)

Notez que vous ne pouvez pas donner le même rang à deux alternatives. Chaque alternative doit avoir son propre rang.

FIGURE 4.1 Exemple de la période d'enregistrement d'un vote

Dans l'expérience, l'ordre de présentation des candidats est déterminé de façon aléatoire à chaque élection. En raison de la simplicité et rapidité de voter selon l'ordre de présentation des candidats, il est possible que ces indicateurs permettent de capter les décisions prises de façon rapide et sans réfléchir.

Selon les résultats de l'estimation, le signe non significatif des coefficients reliés à ces diagonales pour les votes optimaux et les votes sociaux suggère que les déviations par rapport au vote sincère vers ces votes ne peuvent être expliquées par les diagonales.⁷ Les effets marginaux soutiennent même que la probabilité de choisir le vote social est significativement plus élevée lorsque ce vote ne correspond pas à la diagonale ascendante ou descendante. Ensuite, une partie des déviations vers un vote cohérent avec l'heuristique de surévaluation est associée à l'utilisation de la diagonale descendante selon les coefficients estimés. Les effets marginaux moyens pour ces diagonales indiquent qu'en fait ce résultat provient de la faible

7. L'annexe B présente les résultats des tests non paramétriques permettant de vérifier si la distribution des votes observés correspond à la distribution théorique si les votes avaient été choisis de façon aléatoire. Le résultat de ces tests permet de conclure que la distribution des votes observés est différente d'une distribution de votes aléatoires.

proportion de votes sincères compatibles avec la diagonale descendante, plutôt qu'une relation significative entre la diagonale descendante et la probabilité d'utiliser l'heuristique de surévaluation.

Les propriétés spécifiques des votes soumis

La première propriété spécifique au vote est la perte espérée de chaque vote soumis par rapport au gain du vote optimal. Elle est mesurée par la différence entre le gain espéré d'un vote et celui du vote optimal. En supposant que le participant souhaite maximiser son gain réalisé à la fin de l'expérience, on peut s'attendre que le plus la perte espérée d'un bulletin de vote par rapport au vote optimal est élevée, le moins souvent ce bulletin sera sélectionné. Le résultat de l'estimation est cohérent avec cette hypothèse, étant donné que le coefficient estimé est négatif et significatif.

La deuxième propriété est la distance de Hamming entre chaque vote et le vote sincère. On peut s'attendre qu'un vote comportant une distance plus élevée avec le vote sincère pourrait être moins souvent sélectionné, puisqu'il reflète moins bien l'ordre de préférence du participant. Le coefficient estimé pour cette variable est négatif et significatif, ce qui supporte l'hypothèse qu'un vote plus proche du vote sincère est plus souvent sélectionné.

Ensuite, la troisième propriété des bulletins de vote est la distance moyenne de Hamming entre un vote et le vote des électeurs automatisés. De cette façon, un vote comportant une distance de Hamming sociale plus faible devrait être plus souvent sélectionné, si les participants font preuve d'un biais de conformité. Tel qu'attendu, le signe négatif et le fait que le coefficient estimé est significatif supportent l'hypothèse d'un biais de conformité. Ce résultat se reflète aussi dans la proportion de votes sociaux, qui est aussi importante que la proportion de votes

sincères.

Enfin, le risque relatif de chaque vote est calculé à l'aide des mêmes formules utilisées pour le calcul du risque relatif du vote optimal dans la sous-section précédente, soit les équations 4.2 et 4.3. En contrôlant pour la perte espérée de chaque vote, il est attendu qu'un vote plus risqué par rapport aux autres disponibles dans le profil de vote soit moins souvent sélectionné. Le coefficient non significatif sur cette variable suggère plutôt que ce facteur n'explique pas les déviations par rapport au vote sincère.

Résumé des résultats

En guise de synthèse, le modèle multinomial permet de s'intéresser à l'effet de la complexité du Vote Préférentiel sur le comportement de vote des participants. Les résultats de l'estimation permettent de conclure que cette complexité est associée à moins de comportements stratégiques non sincères, mais ces participants stratégiques sous Borda ne sont pas nombreux à dévier vers le vote sincère lorsque le profil de vote est plus complexe sous le Vote Préférentiel. Ces participants dévient plutôt vers un vote compatible avec une heuristique de surévaluation du deuxième candidat préféré. Ce résultat remet donc en question la validité de l'argument concernant l'effet positif et significatif de la complexité du Vote Préférentiel sur l'adoption d'un comportement de vote sincère. Toutefois, la multiplicité de votes optimaux, qui est souvent plus élevée sous le Vote Préférentiel, est associée à une probabilité plus élevée de voter de façon sincère. Bien que le nombre de candidats soit limité dans l'expérience, ce facteur de complexité ne semble pas expliquer les déviations par rapport au vote sincère.

D'un autre côté, l'âge est la seule caractéristique des participants permettant d'expliquer une part significative des déviations par rapport au vote sincère et est

la seule comportant un effet marginal significatif sur la probabilité de choisir un des comportements de vote. Plus particulièrement, les participants plus jeunes votent moins souvent de façon sociale et plus souvent de façon optimale. Le fait que l'effet marginal des mesures de tolérances ne sorte pas de façon significative n'implique pas que les préférences sociales, la préférence pour la sincérité ou le risque ne jouent pas un rôle dans le choix du comportement adopté par les électeurs. En fait, ces facteurs de la décision de l'électeur peuvent en partie être capturés par les propriétés du vote associé à chaque comportement pour un profil de vote donné. Ces propriétés indiquent qu'un vote plus proche du vote sincère ou plus proche du vote des trois électeurs automatisés est plus souvent sélectionné. Enfin, la perte espérée du vote soumis par rapport au vote optimal suggère que les déviations par rapport au vote sincère ont été faites vers des votes impliquant des pertes espérées plus faibles par rapport au vote optimal.

CONCLUSION

Dans le débat public sur la réforme électorale, l'un des arguments avancés en faveur du Vote Préférentiel est que la complexité inhérente à cette règle de vote conduit les électeurs à voter moins souvent de façon stratégique et plus souvent de façon sincère. Dans cette optique, j'ai adressé les questions suivantes dans ce mémoire : la complexité du Vote Préférentiel conduit-elle à l'adoption d'un comportement de vote sincère ? Sinon, quels types de comportements de vote sont adoptés par les électeurs ?

Pour répondre à ces questions, j'ai procédé à une expérience en laboratoire. Dans cette expérience, le participant devait voter en classant trois ou quatre candidats, selon la situation de vote, dans des élections en comité avec trois électeurs automatisés. Avant de voter, le participant observait le vote des trois électeurs automatisés, de telle sorte qu'il n'était pas nécessaire d'élucider les croyances du participant quant aux votes de ces électeurs et que cela permettait de limiter la complexité de la situation de vote. Ensuite, les élections ont été réalisées sous deux règles de vote, le Vote Préférentiel et la règle de Borda, dont les bulletins de vote correspondent tous deux au classement de l'ensemble des candidats, mais qui diffèrent par la complexité de leurs règles d'allocation (c'est-à-dire la façon dont le gagnant de l'élection est déterminé à partir des bulletins de vote). L'allocation des voix sous la règle de Borda étant moins complexe, il était attendu qu'on observe davantage de votes cohérents avec un comportement de vote stratégique sous cette règle de vote.

À partir des statistiques descriptives sur les votes dans l'expérience, on observe

tel qu'attendu des fréquences de votes cohérents avec un comportement de vote stratégique plus élevées sous la règle de Borda que sous le Vote Préférentiel. Pour le vote sincère, la fréquence demeure assez faible, peu importe la situation de vote, particulièrement lorsque ce vote n'est pas optimal. Du côté des résultats des modèles empiriques, la probabilité de voter de façon stratégique est plus élevée dans les élections sous la règle de Borda, lorsque le vote optimal est plus près du vote des électeurs automatisés ou du vote sincère et pour les électeurs disposant d'une numéracie plus élevée. Bien que la fréquence de comportement stratégique soit plus faible sous le Vote Préférentiel, la probabilité de voter de façon sincère n'est pas associée significativement au Vote Préférentiel. Cette règle de vote est davantage associée que la règle de Borda à un comportement de vote cohérent avec une heuristique d'inversion sur le bulletin de vote des deux candidats préférés.

Les paramètres de l'expérience ont été choisis afin de simplifier le contexte électoral dans lequel le participant prenait ses décisions et d'isoler l'effet de la complexité inhérente à la règle de vote. Avec cette finalité, le plan expérimental a exclu l'incertitude face aux votes des autres électeurs qui ont été automatisés. Ces simplifications peuvent limiter l'application des résultats obtenus. En effet, on pourrait se questionner si la validité des résultats demeure lorsque plusieurs vrais électeurs votent de façon simultanée, ce qui amène de l'incertitude et un problème de coordination que l'expérience excluait avec son plan expérimental pour pouvoir se pencher sur la question de complexité de la règle de vote. En plus d'inclure l'incertitude quant aux votes des autres électeurs, on peut aussi étudier comment les comportements de vote varient dans un contexte plus réaliste, soit lorsque la taille de l'électorat ou le nombre de candidats est plus élevé. Le relâchement de ces hypothèses peut influencer la complexité générale de la situation de vote, ce qui pourrait donner lieu à de futures recherches pertinentes. Il demeure que ces pistes consistent à faire varier la complexité de la situation de vote, alors

que les résultats de l'expérience conduite pour ce mémoire montrent que la seule complexité de la règle de vote ne conduit pas significativement à plus de votes sincères.

ANNEXE A

TABLEAUX DE RÉSULTATS ADDITIONNELS

TABLEAU A.1 Nombre de participants par séance et par traitement

n° de séance	Lieu	Borda-Préf.	Préf.-Borda
1	LEEL	0	8
2	LEEL	3	2
3	LEEL	0	2
4	LEEL	1	0
5	LEEL	4	5
6	CIRANO	5	4
7	CIRANO	6	4
8	CIRANO	4	5
9	CIRANO	4	4
10	CIRANO	2	2
11	CIRANO	5	5
12	CIRANO	5	5
13	CIRANO	4	5
14	CIRANO	3	2
15	CIRANO	2	3
Total		48	56

TABLEAU A.2 Transition des votes du premier
au second essai selon le profil de vote

Profil	B1	B2	P1	P2
Sinc-Sinc				
Changé	10	4	14	17
Opt → Non-opt	20	0	38	38
Non-opt → Opt	80	100	63	63
Inv-Sinc-3				
Changé	4	5	14	23
Opt → Non-opt	50	0	13	36
Non-opt → Opt	50	100	88	64
Inv-Sinc-4				
Changé	4	5	20	23
Opt → Non-opt	0	0	64	36
Non-opt → Opt	100	100	36	64
Inv-Inv-3				
Changé	13	9	27	25
Opt → Non-opt	0	40	33	58
Non-opt → Opt	100	60	67	42
Inv-Inv-4				
Changé	17	13	29	27
Opt → Non-opt	38	43	50	54
Non-opt → Opt	63	57	50	46
Inv.Haut&Bas-Inv				
Changé	8	7	14	33
Opt → Non-opt	25	25	50	31
Non-opt → Opt	75	75	50	69

ANNEXE B

TESTS NON-PARAMÉTRIQUES

B.1 L'hypothèse de comportement aléatoire

Si les participants n'ont pas voté de façon aléatoire, il est possible d'interpréter leurs décisions et de chercher le raisonnement qui les explique. Pour considérer cette hypothèse, il faut vérifier si la distribution des votes est différente de la distribution qui serait observée si les votes étaient choisis de façon aléatoire. Sous l'hypothèse de choix aléatoires, la fréquence relative de chaque vote devrait être la même pour toutes les situations de vote. La fréquence relative est de $1/6$ ($= 1/(3!)$) dans les élections à trois candidats et elle est de $1/30$ ($= 1/(4!)$) dans les situations à quatre candidats. Le test de Kolmogorov-Smirnov permet de vérifier si la distribution empirique des votes est significativement différente de la distribution théorique correspondante selon le nombre de candidats. De plus, le test a été réalisé selon le traitement reçu et selon si le vote a été fait en première ou en deuxième partie. Ce choix était nécessaire, puisque le vote des participants pour chaque situation en deuxième partie de l'expérience peut être influencé par le vote en première partie.

Le tableau B.1 affiche les statistiques du test de Kolmogorov-Smirnov pour les votes au second essai. La première colonne désignée par l'acronyme «B1» rassemble les statistiques de test pour les votes sous Borda en première partie (trai-

tement Borda-Préf), alors que la deuxième colonne (B2) présente les statistiques pour les votes sous Borda en seconde partie (traitement Préf-Borda). Les deux dernières colonnes concernent respectivement les statistiques sur les votes sous Préférentiel en première (P1) et deuxième partie (P2). Les deux dernières lignes du tableau rapportent les valeurs critiques du test de Kolmogorov-Smirnov aux niveaux de 5% et de 1% de chaque test dépendamment de la taille de l'échantillon. Lorsque la valeur de la statistique est supérieure à la valeur critique, on peut rejeter l'hypothèse nulle et conclure que la distribution empirique est significativement différente de la distribution théorique si les électeurs avaient voté de façon aléatoire.

TABLEAU B.1 Statistiques du test de Kolmogorov-Smirnov au second essai

Profil	B1	B2	P1	P2
Sinc - Sinc	0,40	0,51	0,30	0,25
Inv - Sinc - 3	0,46	0,48	0,52	0,42
Inv - Sinc - 4	0,67	0,70	0,57	0,60
Inv - Inv - 3	0,48	0,49	0,24	0,38
Inv - Inv - 4	0,67	0,65	0,54	0,60
InvHaut&Bas - Inv	0,71	0,68	0,58	0,60
Valeur critique (5%)	0,20	0,18	0,18	0,20
Valeur critique (1%)	0,24	0,22	0,22	0,24

Les tests de Kolmogorov-Smirnov permettent de rejeter l'hypothèse que les participants ont voté de façon aléatoire à un niveau de 1%, pour tous les profils de vote, pour les deux traitements et autant en première partie qu'en deuxième partie.

Les tests ont également été réalisés pour les votes au premier essai et conduisent

à la même conclusion à un niveau de 1%, sauf pour le profil Sinc-Sinc sous le Vote Préférentiel en deuxième partie où le niveau de rejet est de 5%. Les statistiques des tests de Kolmogorov-Smirnov pour les votes au premier essai sont rapportées dans le tableau B.2.

TABLEAU B.2 Statistiques du test de Kolmogorov-Smirnov au premier essai

Profil	B1	B2	P1	P2
Sinc-Sinc	0.35	0.51	0.38	0.21
Push-Sinc-3	0.48	0.46	0.52	0.46
Push-Sinc-4	0.60	0.66	0.63	0.60
Push-Push-3	0.44	0.52	0.25	0.35
Push-Push-4	0.69	0.68	0.57	0.67
PushUp&Down-Push-4	0.65	0.71	0.64	0.65
Valeur critique (5%)	0.20	0.18	0.18	0.20
Valeur critique (1%)	0.24	0.22	0.22	0.24

B.2 L'effet de traitement sur le vote optimal et sur le vote sincère

Les participants disposent de deux formes d'apprentissage au travers de l'expérience. Ils peuvent apprendre entre la première partie de l'expérience et la deuxième partie ou entre le premier essai et le deuxième essai. Dans le premier cas, les participants peuvent apprendre des élections faites sous la première règle de vote et trouver plus facilement le vote optimal sous la deuxième règle de vote. Un test de χ^2 a été réalisé sous chaque profil de vote et chaque règle de vote pour tester si la fréquence de votes optimaux est différente entre la première et la deuxième partie (soit la comparaison entre B1 et B2 ainsi que P1 et P2). Les mêmes tests de χ^2 ont également été réalisés pour le vote sincère.

Le tableau B.3 rapporte les fréquences relatives de votes optimaux et les valeurs p du test de χ^2 sur le vote optimal pour chaque profil et chaque règle de vote. Les deux premières colonnes concernent les fréquences relatives de votes optimaux sous Borda en première et en deuxième partie. La troisième colonne rapporte les valeurs p des tests de χ^2 sur la différence entre les fréquences de votes optimaux sous Borda en première partie par rapport aux fréquences en deuxième partie. De la même manière, les deux colonnes suivantes présentent les fréquences de votes optimaux sous le Vote Préférentiel en première et en deuxième partie. La dernière montre les valeurs p des tests sur la différence de fréquence de votes optimaux entre la première et la deuxième partie. Ainsi, pour le profil Sinc-Sinc, 54% des électeurs ont voté de façon optimale sous Borda en première partie et 64% en deuxième partie. De cette façon, la valeur p du test sur la différence de fréquence de votes optimaux sous Borda est de 57%. Il n'est donc pas possible de rejeter l'hypothèse nulle que la fréquence de votes optimaux est indépendante du traitement reçu pour cette situation sous Borda.

TABLEAU B.3 Valeurs p du test de l'indépendance du vote optimal au traitement

Profil	B1	B2	χ^2	P1	P2	χ^2
Sinc - Sinc	54%	64%	0,29	29%	23%	0,51
Inv - Sinc - 3	48%	54%	0,57	39%	27%	0,19
Inv - Sinc - 4	33%	48%	0,12	23%	31%	0,36
Inv - Inv - 3	50%	66%	0,10	50%	54%	0,67
Inv - Inv - 4	60%	70%	0,32	57%	67%	0,32
InvHaut&Bas - Inv	37%	52%	0,14	29%	37%	0,33

Aucun des tests présentés dans le tableau B.3 ne suggère que l'apprentissage en première partie ait significativement influencé la fréquence de votes optimaux en

seconde partie. Malgré que l'apprentissage n'ait pas eu d'effet significatif, il est possible de noter que l'apprentissage a eu un plus grand effet sur le vote optimal sous Borda que sous Préférentiel.

Le tableau B.4 présente les mêmes statistiques que dans le tableau B.3, appliquées au vote sincère. Les statistiques sont parfois les mêmes que dans le tableau B.3, puisque le vote sincère est parfois optimal.

TABLEAU B.4 Valeurs p du test de l'indépendance du vote sincère au traitement

Profil	B1	B2	χ^2	P1	P2	χ^2
Sinc - Sinc	54%	64%	0,29	29%	23%	0,51
Inv - Sinc - 3	17%	20%	0,70	39%	27%	0,19
Inv - Sinc - 4	15%	14%	0,97	20%	27%	0,37
Inv - Inv - 3	8%	2%	0,12	16%	25%	0,26
Inv - Inv - 4	10%	4%	0,16	14%	17%	0,74
InvHaut&Bas - Inv	6%	5%	0,85	4%	15%	0,05

Du côté du vote sincère, les tests conduisent à la même conclusion que pour le vote optimal, soit qu'on ne peut rejeter l'hypothèse que le vote sincère est indépendant du traitement. Le seul cas significatif à un seuil de 5% (la valeur p étant de 4,6%) concerne la fréquence de vote sincère face au dernier profil de vote et sous le Vote Préférentiel. Ce cas apparaît significatif, puisque seulement deux électeurs ont voté de façon sincère en première partie et sept en seconde partie. La différence est donc significative dans un sens statistique, mais ce cas est marginal en termes du nombre de votes. Autrement, l'effet de traitement ne semble pas significatif sur le vote sincère. De plus, cet effet ne semble pas plus élevé sous une règle de vote en particulier.

ANNEXE C

INSTRUCTIONS FOURNIES AUX PARTICIPANTS

C.1 Structure de l'expérience

L'expérience est séparée en deux parties. Dans la première partie, nous vous demandons de prendre des décisions selon les instructions que nous allons vous donner. Dans la seconde partie, nous vous demandons de répondre à un questionnaire.

Si vous avez des questions, levez la main et nous viendrons vous répondre individuellement. Nous vous prions de ne pas communiquer avec les autres participants.

Cette séance a une durée totale d'approximativement 2 heures.

C.2 Gain des participants

La séance consistera en une succession de périodes indépendantes. À chaque période, vous faites partie d'un groupe de quatre personnes qui doit choisir, à l'aide d'un vote, une parmi plusieurs alternatives.

Vos gains dépendront de l'alternative qui aura été sélectionnée par le groupe. Spécifiquement, chaque alternative sera désignée par une couleur et associée à un nombre correspondant à votre gain si cette alternative est sélectionnée.

Par exemple, pour le cas indiqué dans le tableau ci-dessous avec trois alternatives,

vous recevriez 20\$ si le groupe choisit l'alternative « Bleue », 40\$ si l'alternative choisie est « Orange » et 5\$ si l'alternative choisie est « Verte ».

	Alternative		
	Bleue	Orange	Verte
Votre gain en \$	20	40	5

FIGURE C.1 Exemple de présentation des gains par alternatives

Les trois autres personnes ne sont pas présentes à cette séance, mais l'ordinateur vous indiquera leurs votes avant que vous choisissiez votre propre vote. Les quatre votes (le vôtre et ceux des trois autres personnes présentés par l'ordinateur) serviront à sélectionner l'alternative pour votre groupe.

Nous vous expliquons la règle de vote au prochain écran. La règle de vote changera au cours de la séance. Vous serez informé lorsque la règle de vote sera changée.

Il y aura au total 24 périodes de vote. Une même situation de vote est répétée dans deux périodes successives, par exemple périodes 1 et 2, périodes 3 et 4, etc. Votre groupe sera amené à **choisir entre trois ou quatre alternatives**. À la fin de la séance, l'ordinateur affichera à l'écran votre gain à chacune des périodes, et une période sera choisie au hasard. Votre compensation pour votre participation à l'expérience sera égale au gain que vous avez fait pendant la période tirée au hasard.

C.3 Période de vote

Nous allons maintenant décrire le déroulement d'une période de vote.

Après avoir pris connaissance de vos gains associés à chaque alternative, l'ordinateur vous présentera les votes des trois autres personnes de votre groupe et vous

demandera de soumettre votre propre vote. Un vote consiste en **un classement de toutes les trois ou quatre alternatives, de première à dernière.**

Voici un exemple avec trois alternatives :

Rang	Votes des trois autres personnes			
	Votre vote	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)		Orange	Orange	Verte
2 (deuxième)		Verte	Bleue	Orange
3 (troisième)		Bleue	Verte	Bleue

FIGURE C.2 Exemple de présentation d'un profil de vote sous Préférentiel

Dans cet exemple, la personne 1 a classé l'alternative Orange en première, Verte en deuxième et Bleue en dernière. La personne 2 a classé l'alternative Orange avant la Bleue et classe l'alternative Verte en dernière, finalement la personne 3 a indiqué le classement suivant : Verte, Orange et finalement, Bleue.

Vous serez alors invité à soumettre votre propre vote, c'est-à-dire classer les alternatives de première à dernière.

C.4 Allocation des voies sous le Vote Préférentiel

Une fois que vous aurez soumis votre vote, l'ordinateur déterminera comme suit l'alternative sélectionnée.

Si une alternative est classée première dans une majorité des quatre votes (c'est-à-dire dans trois ou quatre votes), alors cette alternative sera celle qui est sélectionnée par votre groupe pendant cette période. Le processus s'arrêtera là.

Par exemple si vous classez Orange première, Bleue deuxième et Verte dernière,

alors Orange est classée première dans une majorité des votes (3 des 4 votes). Orange est donc l'alternative sélectionnée et le processus s'arrête là.

Rang	Votre vote	Votes des trois autres personnes		
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)	Orange	Orange	Orange	Verte
2 (deuxième)	Bleue	Verte	Bleue	Orange
3 (troisième)	Verte	Bleue	Verte	Bleue

FIGURE C.3 Exemple de situation de vote où le vote du participant est Orange-Bleue-Verte sous Préférentiel

Si aucune alternative n'est classée première dans une majorité des quatre votes, c'est-à-dire qu'aucune alternative n'est classée première au moins trois fois, alors :

1. L'ordinateur éliminera l'alternative qui est classée première le moins souvent. Si plusieurs alternatives sont dans ce cas, c'est-à-dire s'il y a un ex-aequo, alors l'ordinateur éliminera au hasard une de ces alternatives, c'est-à-dire une des alternatives qui sont classées premières le moins souvent.
2. L'alternative qui est éliminée est alors retirée des votes.
3. Les étapes 1 et 2 seront répétées avec les alternatives restantes jusqu'au moment où une alternative sera classée dans une majorité des votes. Cette alternative sera alors l'alternative sélectionnée pendant cette période. Le processus s'arrêtera là.

Par exemple, si vous classez Bleue première, Orange deuxième et Verte dernière, alors l'alternative Orange est classée première deux fois, tandis que les alternatives

Bleue et Verte sont chacune classées première une seule fois. Par conséquent, aucune alternative n'est classée première dans une majorité des votes. L'alternative classée première le moins souvent est alors éliminée. Dans cet exemple, il y a deux alternatives qui sont classées premières le moins souvent : Bleue et Verte.

Rang	Votre vote	Votes des trois autres personnes		
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)	Bleue	Orange	Orange	Verte
2 (deuxième)	Orange	Verte	Bleue	Orange
3 (troisième)	Verte	Bleue	Verte	Bleue

FIGURE C.4 Exemple de situation de vote où le vote du participant est Bleue-Orange-Verte sous Préférentiel

L'ordinateur élimine au hasard l'alternative Bleue ou l'alternative Verte qui ont chacune les mêmes chances d'être éliminée.

1. Si c'est Bleue qui est éliminée, alors Orange et Verte sont les deux alternatives restantes.

Rang	Votre vote	Votes des trois autres personnes		
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)	Bleue <i>(éliminée)</i>	Orange	Orange	Verte
2 (deuxième)	Orange	Verte	Bleue <i>(éliminée)</i>	Orange
3 (troisième)	Verte	Bleue <i>(éliminée)</i>	Verte	Bleue <i>(éliminée)</i>

FIGURE C.5 Situation de vote avant l'élimination de Bleue

Rang	Votre vote	Votes des trois autres personnes		
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)	Orange	Orange	Orange	Verte
2 (deuxième)	Verte	Verte	Verte	Orange

FIGURE C.6 Situation de vote après l'élimination de Bleue

2. Si c'est Verte qui est éliminée, alors Orange et Bleue sont les deux alternatives restantes.

Rang	Votre vote	Votes des trois autres personnes		
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)	Bleue	Orange	Orange	Verte <i>(éliminée)</i>
2 (deuxième)	Orange	Verte <i>(éliminée)</i>	Bleue	Orange
3 (troisième)	Verte <i>(éliminée)</i>	Bleue	Verte <i>(éliminée)</i>	Bleue

FIGURE C.7 Situation de vote avant l'élimination de Verte

Orange est maintenant classée première trois fois sur quatre ; Orange est donc classée première dans une majorité des votes. Orange est l'alternative sélectionnée, et le processus s'arrête là.

Rang	Votre vote	Votes des trois autres personnes		
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)	Bleue	Orange	Orange	Orange
2 (deuxième)	Orange	Bleue	Bleue	Bleue

FIGURE C.8 Situation de vote après l'élimination de Verte

C.5 Allocation des voix sous Borda

Nous allons maintenant décrire le déroulement d'une période de vote.

Après avoir pris connaissance de vos gains associés à chaque alternative, l'ordinateur vous présentera les votes des trois autres personnes de votre groupe et vous demandera de soumettre votre propre vote. Un vote consiste en **un classement de toutes les trois ou quatre alternatives, de première à dernière.**

Chaque position dans un classement correspond à un nombre de voix que l'alternative recevra. Plus précisément, s'il y a trois alternatives, l'alternative classée en première reçoit 2 voix, l'alternative classée en deuxième reçoit 1 voix et l'alternative classée dernière reçoit 0 voix. S'il y a quatre alternatives, l'alternative classée première reçoit 3 voix, l'alternative classée deuxième reçoit 2 voix, l'alternative classée troisième reçoit 1 voix et l'alternative classée dernière reçoit 0 voix.

Voici un exemple avec trois alternatives : (voir figure C.11)

Dans cet exemple, la personne 1 a classé l'alternative Orange en première, Verte en deuxième et Bleue en dernière. La personne 2 a classé l'alternative Orange avant la Bleue et classe l'alternative Verte en dernière, finalement la personne 3 a

Dans cette période, il y a 3 alternatives. Vos gains par alternative sont indiqués dans le tableau suivant :

	Alternative		
	Bleue	Orange	Verte
Vos gains en \$	40	30	20

Voici les votes des trois autres personnes de votre groupe.

Rang	Votes des trois autres personnes		
	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)	Orange	Verte	Verte
2 (deuxième)	Bleue	Bleue	Bleue
3 (dernier)	Verte	Orange	Orange

Veuillez soumettre votre vote, svp.

Je classe l'alternative (Notez que les alternatives sont présentées en ordre aléatoire) :

Bleue	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)
Verte	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)
Orange	<input type="radio"/> 1 (première)	<input type="radio"/> 2 (deuxième)	<input type="radio"/> 3 (dernière)

Notez que vous ne pouvez pas donner le même rang à deux alternatives. Chaque alternative doit avoir son propre rang.

FIGURE C.9 Exemple de période de vote sous le Vote Préférentiel

Résultats de vote

L'alternative qui a été sélectionnée par votre groupe est : **Verte**

Votre gain à la présente période est : **20** \$

Explication

	Nombre de premiers classements			Alternative(s) éliminée(s)
	Orange	Verte	Bleue	
premier comptage	1	2	1	Orange
deuxième comptage	0	2	2	Bleue
troisième comptage	0	4	0	

En premier comptage, les alternatives **Orange** et **Bleue** étaient classées premières le moins souvent. L'ordinateur a alors choisi au hasard une de ces alternatives pour être éliminée. L'alternative **Orange** a été choisie par l'ordinateur pour être éliminée.

Après l'élimination de **Orange**, en deuxième comptage, les alternatives **Verte** et **Bleue** étaient classées premières sur deux votes chacune. L'ordinateur a alors choisi au hasard une de ces deux alternatives pour être éliminée. L'alternative **Bleue** a été choisie par l'ordinateur pour être éliminée.

Après l'élimination de **Bleue**, en troisième comptage, l'alternative **Verte** était classée première sur une majorité des votes (trois ou plus), et est donc celle sélectionnée par le groupe.

FIGURE C.10 Exemple de résultats électoraux sous le Vote Préférentiel

Rang	Votre vote	Votes des trois autres personnes		
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier)		Orange	Orange	Verte
2 (deuxième)		Verte	Bleue	Orange
3 (troisième)		Bleue	Verte	Bleue

FIGURE C.11 Exemple de présentation d'un profil de vote sous Borda

indiqué le classement suivant : Verte, Orange et finalement, Bleue.

Vous serez alors invité à soumettre votre propre vote, c'est-à-dire classer les alternatives de première à dernière.

Si une alternative a reçu le plus de voix des quatre votes, alors cette alternative sera celle qui est sélectionnée par votre groupe pendant cette période. Le processus s'arrêtera là.

Par exemple, si vous classez Orange première, Bleue deuxième et Verte dernière, Orange reçoit 6 voix, Bleue en reçoit 4 et, finalement, Verte en reçoit 2. Orange est donc l'alternative sélectionnée, et le processus s'arrête là. (voir figure C.12)

Si plusieurs alternatives ont reçu le plus de voix, c'est-à-dire s'il y a un ex aequo, alors l'ordinateur choisira au hasard une des alternatives parmi celles qui ont reçu le plus de voix. Cette alternative sera l'alternative sélectionnée pendant cette période.

Par exemple, si vous classez Bleue première, Orange deuxième et Verte dernière, alors les alternatives Orange et Bleue obtiennent le même nombre total de voix (5 voix chacune) alors que Verte obtient moins de voix (2 voix). (voir la figure C.13)

Rang	Votre vote (Nombre de voix)	Votes des trois autres personnes (Nombre de voix)			Résultat (Nombre de voix total)
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3	
1 (premier = 2 voix)	Orange (2)	Orange (2)	Orange (2)	Bleue (2)	Orange (2+2+2+0=6)
2 (deuxième = 1 voix)	Bleue (1)	Verte (1)	Bleue (1)	Verte (1)	Bleue (1+0+1+2=4)
3 (troisième = 0 voix)	Verte (0)	Bleue (0)	Verte (0)	Orange (0)	Verte (0+1+0+1=2)

FIGURE C.12 Exemple de situation de vote où le vote du participant est Orange-Bleue-Verte sous Borda

Rang	Votre vote (Nombre de voix)	Votes des trois autres personnes (Nombre de voix)			Résultat (Nombre de voix)
	Vous	personne 1	personne 2	personne 3	
1 (premier = 2 voix)	Bleue (2)	Orange (2)	Orange (2)	Bleue (2)	Orange (1+2+2+0=5)
2 (deuxième = 1 voix)	Orange (1)	Verte (1)	Bleue (1)	Verte (1)	Bleue (2+0+1+2=5)
3 (troisième = 0 voix)	Verte (0)	Bleue (0)	Verte (0)	Orange (0)	Verte (0+1+0+1=2)

FIGURE C.13 Exemple de situation de vote où le vote du participant est Bleu-Orange-Verte sous Borda

L'ordinateur choisit alors au hasard entre les alternatives Orange et Bleue.

1. Si Orange est choisie par l'ordinateur, alors Orange est l'alternative sélectionnée, et le processus s'arrête là.
2. Si Bleue est choisie par l'ordinateur, alors Bleue est l'alternative sélectionnée, et le processus s'arrête là.

Dans cette période, il y a 3 alternatives. Vos gains par alternative sont indiqués dans le tableau suivant :

	Alternative		
	Bleue	Orange	Verte
Vos gains en \$	40	30	20

Voici les votes des trois autres personnes de votre groupe.

Rang	Votes des trois autres personnes		
	personne 1	personne 2	personne 3
1 (premier = 2 voix)	Orange	Verte	Verte
2 (deuxième = 1 voix)	Bleue	Bleue	Bleue
3 (dernier = 0 voix)	Verte	Orange	Orange

Veuillez soumettre votre vote, svp.

Je classe l'alternative (Notez que les alternatives sont présentées en ordre aléatoire) :

Bleue	<input type="radio"/> 1 (en premier)	<input type="radio"/> 2 (en deuxième)	<input type="radio"/> 3 (en dernier)
Verte	<input type="radio"/> 1 (en premier)	<input type="radio"/> 2 (en deuxième)	<input type="radio"/> 3 (en dernier)
Orange	<input type="radio"/> 1 (en premier)	<input type="radio"/> 2 (en deuxième)	<input type="radio"/> 3 (en dernier)

Notez que vous ne pouvez pas donner le même rang à deux alternatives. Chaque alternative doit avoir son propre rang.

FIGURE C.14 Exemple de période de vote sous Borda

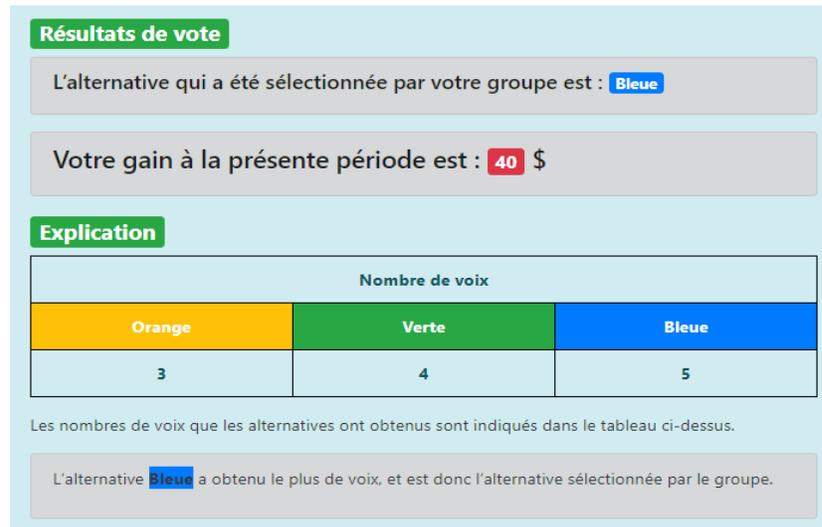


FIGURE C.15 Exemple de résultats électoraux sous Borda

C.6 Questionnaires à la fin de l'expérience

QUESTIONNAIRE I 00 : 42 : 30

Vous avez avec succès participé dans tous les votes de l'expérience. Veuillez répondre à quelques questions démographiques, svp.

Votre sexe : féminin masculin je ne préfère pas répondre

Votre année de naissance :

Vous avez un diplôme de : baccalauréat maîtrise doctorat autre

Votre (dernier) domaine d'étude :

Svp, expliquez comment vous avez pris vos décisions dans l'expérience :

Suivant

FIGURE C.16 Questionnaire I : Informations générales sur le participant

QUESTIONNAIRE II 00 : 44 : 44

Svp, répondez aux questions suivantes. N'utilisez pas une calculatrice.
Vous pouvez prendre des notes ou faire des calculs sur papier.

1. Sur 1.000 personnes dans une petite ville, 500 sont membres d'une chorale. Sur ces 500 membres dans la chorale, 100 sont des hommes. Sur les 500 habitants qui ne sont pas dans la chorale, 300 sont des hommes. Quelle est la probabilité qu'un homme tiré au hasard fasse partie de la chorale (en pourcentage)?

Valider Page 1/2

FIGURE C.17 Questionnaire II : Berlin Numeracy Test - Question 1

QUESTIONNAIRE II 00 : 46 : 52

Svp, répondez aux questions suivantes. N'utilisez pas une calculatrice.
Vous pouvez prendre des notes ou faire des calculs sur papier.

2. Imaginez qu'on jette un dé à cinq faces (« 1 », « 2 », « 3 », « 4 », ou « 5 ») 50 fois. Sur ces 50 lancers, combien de fois vous attendez-vous à ce que le dé tombera-t-il sur un nombre impair (« 1 », « 3 » ou « 5 »)?

- +

Valider Page 1/2

FIGURE C.18 Questionnaire II : Berlin Numeracy Test - Question 2

QUESTIONNAIRE II 00 : 19 : 57

Pour chacune des affirmations suivantes, veuillez nous dire si vous pensez qu'elle peut toujours être justifiée, ne peut jamais être justifiée, ou quelque chose entre les deux en choisissant le bon degré.

	Jamais justifiable 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toujours justifiable 10
Refuser de payer un ticket de transport public	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tricher sur les paiements de taxes si l'occasion se présentait	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mentir de manière générale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mentir pour avoir un avantage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mentir quand il y a peu de conséquences pour les autres personnes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mentir quand il n'y a aucune conséquence pour les autres personnes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Valider Page 2/2

FIGURE C.19 Questionnaire II : Tolérance au mensonge

QUESTIONNAIRE III
00 : 20 : 46

Considérez la situation hypothétique suivante. Vous recevrez 100 \$ que vous pouvez partager avec une autre personne qui participe à la même expérience.

Autrement dit, si vous offrez **Y \$** à l'autre participant, vous garderez donc **(100 - Y) \$** pour vous et l'autre participant recevrait **Y \$**.

Comment partageriez-vous avec cette personne les 100 \$?

Je donne à l'autre
personne :

\$

et je garde
pour moi :

\$

L'autre personne reçoit : 0 \$ et je reçois : 0 \$

Précédent
Suivant

Page 1/3

FIGURE C.20 Questionnaire III : Tolérance à l'inégalité - Question 1

QUESTIONNAIRE III
00 : 21 : 40

Considérez la situation hypothétique suivante. Vous recevrez 100 \$ que vous pouvez partager avec une autre personne qui participe à la même expérience.

Si l'expérimentateur doublait chaque dollar que vous donnez, comment vous partageriez-vous avec cette personne les 100 \$?

Autrement dit, si vous offrez **Y \$** à l'autre participant, vous garderez donc **100 - Y \$** pour vous et l'autre participant recevra **Y \$** de vous et un autre **Y \$** de l'expérimentateur.

Comment partageriez-vous avec cette personne les 100 \$, si l'expérimentateur double chaque dollar donné à l'autre ?

Si l'expérimentateur double chaque dollar que je donne à l'autre,

Je donne à l'autre
personne :

\$

et je garde
pour moi :

\$

L'autre personne reçoit : 0 \$ et je reçois : 0 \$

Précédent
Suivant

Page 2/3

FIGURE C.21 Questionnaire III : Tolérance à l'inégalité - Question 2

QUESTIONNAIRE III 00 : 22 : 25

Considérez la situation hypothétique suivante. Vous recevrez 100 \$ que vous pouvez partager avec une autre personne qui participe à la même expérience.

Si l'expérimentateur doublait chaque dollar que vous gardez, comment partageriez-vous avec cette personne les 100 \$?

Autrement dit, si vous offrez Y \$ à l'autre participant, vous garderez donc $100 - Y$ \$ pour vous et recevrez en plus un autre $100 - Y$ \$ de l'expérimentateur et l'autre participant recevra Y \$ de vous.

Comment partageriez-vous avec cette personne les 100 \$, si l'expérimentateur doublait chaque dollar que vous gardez ?

Si l'expérimentateur double chaque dollar que je garde pour moi,

Je donne à l'autre personne : \$ et je garde pour moi : \$

L'autre personne reçoit : 0 \$ et je reçois : 0 \$

Précédent Suivant Page 3/3 Confirmer

FIGURE C.22 Questionnaire III : Tolérance à l'inégalité - Question 3

QUESTIONNAIRE IV 00 : 23 : 13

Considérez la situation hypothétique suivante. Vous tirez une carte parmi 100 cartes numérotées de 1 à 100. Vous gagnez 100 CAD, si le numéro sur la carte tirée se trouve au-dessus de 75 (76, 77, ..., 99 ou 100), sinon vous ne recevrez rien. À partir de quel montant en CAD êtes-vous indifférent entre recevoir ce montant et jouer la loterie ?

0 CAD 100 CAD

Précédent Suivant Page 1/2

FIGURE C.23 Questionnaire IV : Tolérance au risque - Page 1

QUESTIONNAIRE IV 00 : 24 : 13

Je suis indifférent entre jouer la loterie, qui paie 100 CAD avec une chance de 25 sur 100, et recevoir un montant de **2** CAD ou plus.

Précédent Suivant Page 2/2 Confirmer

FIGURE C.24 Questionnaire IV : Tolérance au risque - Page 2

C.7 Loterie déterminant le gain des participants

Comme indiqué dans les instructions au début de l'expérience, avec votre aide, l'ordinateur choisira une parmi les **24** périodes pour déterminer votre gain dans la première partie de l'expérience. Chaque période a la même chance d'être choisie. Appuyez sur les boutons en bas pour faire le tirage avec la roue en bas.



Déclencher le tirage Arrêter la roue pour déterminer la période payante

FIGURE C.25 Présentation de la loterie

BIBLIOGRAPHIE

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on Automatic Control*, 19, 716–723.
- Bartholdi, J. M. et Orlin, J. B. (1991). Single transferable vote resists strategic voting. *Social Choice Welfare*, 8, 341–354.
- Bassi, A. (2015). Voting systems and strategic manipulation : An experimental study. *Journal of Theoretical Politics*, 27(1), 58–85.
- Bellemare, C., Kröger, S. et van Soest, A. (2008). Measuring inequity aversion in a heterogeneous population using experimental decisions and subjective probabilities. *Econometrica*, 76(4), 815–839.
- Blais, A. et Degan, A. (2017). L'étude empirique du vote stratégique. *Actualité Économique - Revue d'analyse Économique*, 93(1/2), 1–30.
- Chamberlin, J. R. (1985). An investigation into the relative manipulability of four voting systems. *Behavioral Science*, 30, 195–203.
- Chamberlin, J. R. et Cohen, M. D. (1978). Toward applicable social choice theory : A comparison of social choice functions under spatial model assumptions. *The American Political Science Review*, 72(4), 1341–1356.
- Chen, D. L., Schonger, M. et Wickens, C. (2016). otree—an open-source platform for laboratory, online, and field experiments. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 9, 88–97.

- Cokely, E. T., Galesic, M., Schulz, E., Ghazal, S. et Garcia-Retamero, R. (2012). Measuring risk literacy : the berlin numeracy test. *Judgment and Decision Making*, 7(1), 25–47.
- Eggers, A. C. et Nowacki, T. (2020). Comparing strategic voting incentives in plurality and instant-runoff elections. [Document non publié].
- Felsenthal, D. S., Rietz, T. A. et Maoz, Z. (1988). Tacit cooperation in three-alternative noncooperative voting games : a new model of sophisticated behavior under the plurality procedure. *Electoral Studies*, 7, 143–161.
- Forsythe, R., Myerson, R. B., Rietz, T. A. et Weber, R. J. (1993). An experiment on coordination in multi-candidate elections : The importance of polls and election histories. *Social Choice and Welfare*, 10, 223–247.
- Forsythe, R., Myerson, R. B., Rietz, T. A. et Weber, R. J. (1996). An experimental study of voting rules and polls in three-way elections. *International Journal of Game Theory*, 25, 355–383.
- Granić, D.-G. (2017). The problem of the divided majority : Preference aggregation under uncertainty. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 133, 21–38.
- Hamming, R. W. (1950). Error detecting and error correcting codes. *The Bell System Technical Journal*, 29(2), 147–160.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46, 1251–1271.
- Kettner, S. E. et Waichman, I. (2016). Old age and prosocial behavior : Social preferences or experimental confounds? *Journal of Economic Psychology*, 53, 118–130.

- Kube, S. et Puppe, C. (2009). (when and how) do voters try to manipulate? experimental evidence from borda elections. *Public Choice*, 139, 39–52.
- Rapoport, A., Felsenthal, D. et Maoz, Z. (1991). Sincere versus strategic behavior in small groups. Dans : Palfrey, T.R. (Ed.), *Laboratory Research in Political Economy*. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Rietz, T. A., Myerson, R. B. et Weber, R. J. (1998). Campaign finance levels as coordinating signals in three-way experimental elections. *Economics and Politics*, 10(3), 185–217.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics*, 6, 461–464.
- Van der Straeten, K., Laslier, J.-F., Sauger, N. et Blais, A. (2010). Strategic, sincere, and heuristic voting under four election rules : An experimental study. *Social Choice and Welfare*, 35(3), 435–472.