



**CIRANO**  
*Allier savoir et décision*

2016RP-04

**Introduction d'une règle de « proportionnalité » dans les appels d'offres de la Commission des Services Électriques de Montréal : Une évaluation économique**

*Abraham Hollander, Yves Richelle*

Rapport de projet/Project report

2015RP-04

**Introduction d'une règle de « proportionnalité » dans les appels  
d'offres de la Commission des Services Électriques de Montréal :  
Une évaluation économique**

*Abraham Hollander, Yves Richelle*

---

**Rapport de projet**  
*Project report*

---

Montréal

Date du rapport : Novembre 2014

Date de publication : Février 2016

© 2016 Abraham Hollander, Yves Richelle. Tous droits réservés. *All rights reserved.* Reproduction partielle permise avec citation du document source, incluant la notice ©.

*Short sections may be quoted without explicit permission, if full credit, including © notice, is given to the source*



Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations

## **CIRANO**

Le CIRANO est un organisme sans but lucratif constitué en vertu de la Loi des compagnies du Québec.

*CIRANO is a private non-profit organization incorporated under the Québec Companies Act.*

### **Les partenaires du CIRANO**

#### **Partenaires corporatifs**

Autorité des marchés financiers  
Banque de développement du Canada  
Banque du Canada  
Banque Laurentienne du Canada  
Banque Nationale du Canada  
Bell Canada  
BMO Groupe financier  
Caisse de dépôt et placement du Québec  
Fédération des caisses Desjardins du Québec  
Financière Sun Life, Québec  
Gaz Métro  
Hydro-Québec  
Industrie Canada  
Intact  
Investissements PSP  
Ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations  
Ministère des Finances du Québec  
Power Corporation du Canada  
Rio Tinto  
Ville de Montréal

#### **Partenaires universitaires**

École de technologie supérieure (ÉTS)  
École Polytechnique de Montréal  
HEC Montréal  
Institut national de la recherche scientifique (INRS)  
McGill University  
Université Concordia  
Université de Montréal  
Université de Sherbrooke  
Université du Québec  
Université du Québec à Montréal  
Université Laval

Le CIRANO collabore avec de nombreux centres et chaires de recherche universitaires dont on peut consulter la liste sur son site web.

**ISSN 1499-8629 (Version en ligne)**

# Introduction d'une règle de « proportionnalité » dans les appels d'offres de la Commission des Services Électriques de Montréal: Une évaluation économique

*Abraham Hollander\**, *Yves Richelle†*

## Sommaire

La Commission de Services Électriques de Montréal (CSEM) a pour mandat l'enfouissement des réseaux électriques sur le territoire de la ville de Montréal. Elle confie la réalisation des travaux à des entrepreneurs qu'elle choisit à l'aide d'appel d'offres. Ces appels d'offres ont un format relativement standard: la CSEM (i) identifie un projet à réaliser et fournit aux entrepreneurs la liste et la quantité de l'ensemble des articles qu'elle estime être nécessaire à la réalisation du projet; (ii) demande à chaque fournisseur intéressé et qualifié de lui soumettre par enveloppe scellée un bordereau qui contient un prix unitaire pour chacun des articles et (iii) choisit, pour réaliser le projet, le fournisseur dont le montant global de la soumission, calculé comme la somme, sur l'ensemble des articles, de la multiplication du prix unitaire présent au bordereau par la quantité estimée, est le plus faible.

La CSEM a analysé les résultats d'un certain nombre des appels d'offres qu'elle a réalisés, ce qui a révélé la présence de « reclassements ». Un reclassement consiste à observer que, calculé sur la base des quantités utilisées, le montant global de la soumission de l'adjudicataire est supérieur au montant global de la soumission d'un autre entrepreneur. Elle a identifié deux facteurs qui causent l'apparition de ce phénomène, à savoir, d'une part, des différences parfois substantielles entre les quantités estimées et les quantités utilisées et, d'autre part, des disparités parfois importantes entre les prix unitaires soumis par les différents soumissionnaires. La présence d'une disparité entre les prix soumis pour un article est ce que nous appellerons dans cette étude un « débalancement » des prix soumis.

La CSEM a aussi noté que ces reclassements s'accompagnent d'un « sur-cout » qui correspond à la différence entre le montant global payé par la CSEM à l'adjudicataire et le montant global que la CSEM aurait payé si elle avait octroyé la réalisation du contrat à l'entrepreneur dont la soumission contient le montant global calculé à l'aide des quantités utilisées le plus faible.

Pour réduire la fréquence d'apparition des reclassements, la CSEM a, depuis 2011, introduit une nouvelle règle dans ses appels d'offres, règle qui est appelée, « règle de proportionnalité ».

La manière dont la règle de proportionnalité fonctionne est grosso modo la suivante. La CSEM sélectionne les articles sur lesquels la règle sera appliquée et indique aux fournisseurs les articles sélectionnés en les marquant, dans le bordereau, d'un double astérisque. Après réception des différentes soumissions, l'application de la règle procède en deux étapes. Lors de la première étape, pour chaque article pour lequel la règle de proportionnalité s'applique, on calcule (i) la moyenne des prix soumis pour cet article et (ii) pour chaque fournisseur, l'écart en pourcentage entre son prix soumis et cette moyenne. Tout fournisseur pour lequel l'écart en pourcentage dépasse, en valeur absolue, 60% pour au moins un article est automatiquement éliminé de l'appel d'offres. La deuxième étape commence par recalculer, pour l'ensemble des articles pour lesquels la règle de proportionnalité s'applique, la moyenne des prix soumis par les fournisseurs qui n'ont pas été éliminés à la première étape. Pour chaque fournisseur ayant survécu à la première étape et pour chaque article pour lequel la règle s'applique, on procède au calcul de l'écart en

---

\* Professeur titulaire à l'Université de Montréal et fellow de CIRANO.

† Chargé de cours à l'Université de Montréal et Président chez Cogitéco s.a.

pourcentage entre son prix soumis et la nouvelle moyenne. Tout fournisseur pour lequel l'écart dépasse, en valeur absolue, 25% pour au moins un article est éliminé de l'appel d'offres.

Il est évident que les éliminations prévues par la règle de proportionnalité vont conduire automatiquement à une réduction des écarts par rapport à la moyenne et donc aussi à une réduction entre le prix soumis le plus élevé et le plus bas. Toutefois, la règle de proportionnalité n'aura pas ce seul impact « mécanique ». La présence de cette règle de proportionnalité va inciter les entrepreneurs à modifier leur soumission pour éviter de se faire exclure, ce qu'ils feront en essayant de soumettre des prix unitaires relativement proches de leur anticipation de ce que sera la moyenne pour les articles pour lesquels la règle s'applique.

Notre rapport contient une évaluation économique des impacts probables de l'introduction de la règle de proportionnalité sur les résultats des appels d'offres. Il cherche à savoir (i) s'il est possible d'établir un lien de cause à effet entre, d'une part, la réduction de la disparité entre les prix soumis pour un article induite par la règle de proportionnalité et, d'autre part, la fréquence d'apparition des reclassements et (ii) si l'utilisation de cette règle dans les appels d'offres de la CSEM a d'autres implications que la simple réduction des disparités entre les prix soumis pour les articles pour lesquels cette règle s'applique.

Les principales conclusions auxquelles parvient l'analyse sont:

1. l'impact d'une réduction du débalancement des prix unitaires sur la fréquence d'apparition des reclassements ainsi que sur l'ampleur du sur-cout lié à ces reclassements est indéterminé. Ceci implique immédiatement que l'impact de l'utilisation de la règle de proportionnalité sur la fréquence des reclassements ainsi que sur l'ampleur du sur-cout associé aux reclassements est incertain.
2. l'utilisation de la règle de proportionnalité conduira probablement à une augmentation du montant global des soumissions. La facture payée par la CSEM pour la réalisation de travaux sera donc en moyenne plus élevée si l'entrepreneur est sélectionné à l'issue d'un appel d'offres dans lequel la règle de proportionnalité est en application que si l'entrepreneur était sélectionné à l'issue d'un appel d'offres dans lequel la règle de proportionnalité n'est pas utilisée.
3. l'utilisation de la règle de proportionnalité accroît les possibilités de collusion. L'exclusion automatique de soumissionnaires prévue par la règle de proportionnalité peut être exploitée de manière stratégique, donnant ainsi l'opportunité à un plus grand nombre de coalitions collusives de se former.

Nous arrivons donc naturellement à la recommandation de ne pas utiliser la règle de proportionnalité dans les appels d'offres. En effet, l'application de cette règle de proportionnalité solutionne moins de problèmes qu'elle ne génère de risques.

# Table des Matières

<b>I. Introduction</b>	<b>3</b>
<b>II. Effets de la règle de proportionnalité</b>	<b>8</b>
II.1 En l'absence d'écart entre les quantités estimées et les quantités utilisées	9
II.1.1 Ajustements des prix unitaires et du montant global d'une soumission par un entrepreneur	13
II.1.2 Comportements stratégiques et soumissions concertées	23
II.2 En présence d'écarts entre les quantités estimées et les quantités utilisées	27
II.2.1 Le phénomène d'obliquité	31
II.2.2 Le phénomène de reclassement	35
II.2.3 Ajustements des prix unitaires et du montant global de la soumission en réponse à l'application de la règle de proportionnalité	42
<b>III. Conclusions</b>	<b>47</b>

# I. Introduction

La Commission de Services Électriques de Montréal (CSEM) a pour mandat l'enfouissement des réseaux électriques sur le territoire de la ville de Montréal. Elle confie la réalisation des travaux à des entrepreneurs qu'elle choisit à l'aide d'appel d'offres. Ces appels d'offres ont un format relativement standard: la CSEM (i) identifie un projet à réaliser et fournit aux entrepreneurs la liste et la quantité de l'ensemble des articles qu'elle estime être nécessaire à la réalisation du projet; (ii) demande à chaque fournisseur intéressé<sup>1</sup> de lui soumettre par enveloppe scellée un bordereau qui contient un prix unitaire pour chacun des articles identifiés et (iii) choisit, pour réaliser le projet, le fournisseur dont le montant global de la soumission, calculé comme la somme, sur l'ensemble des articles, de la multiplication du prix unitaire présent au bordereau par la quantité estimée, est le plus faible.

Comme c'est généralement le cas pour ce type de projet à réaliser, des différences parfois substantielles apparaissent entre les quantités estimées et les quantités effectivement utilisées et il peut même apparaître des situations où des articles non identifiés à l'appel d'offres doivent être utilisés pour la bonne fin des travaux. Dans ce dernier cas, un prix est alors négocié avec l'entrepreneur qui réalise les travaux, à savoir, le soumissionnaire ayant remporté l'appel d'offres. Ceci conduit à ce que le montant payé effectivement par la CSEM, et donc le montant effectivement reçu par l'entrepreneur, peut différer substantiellement du montant global de la soumission présentée par le soumissionnaire gagnant.

La CSEM nous a fourni les soumissions de 63 appels d'offres. Parmi ceux-ci, 30 ont été effectués entre 2000 et 2005 et 33 ont été réalisés à partir de 2011<sup>2</sup>. Nous avons pu observer qu'en moyenne, la différence entre le montant payé effectivement par la CSEM et le montant global soumis par l'entrepreneur gagnant s'élevait à -9%<sup>3</sup> dans le groupe des appels d'offres ayant été réalisés durant la période 2000 à 2005 et à -9% dans le groupe des

---

<sup>1</sup> Pour que son bordereau de prix soit considéré, il faut évidemment que l'entrepreneur démontre qu'il possède l'expérience pour réaliser les travaux, une capacité financière suffisante ainsi qu'un dossier vierge auprès du Ministère du Revenu du Québec. Ces conditions de participation à l'appel d'offres ne seront généralement pas discutées ici pour ne pas alourdir la présentation.

<sup>2</sup> Comme nous le discuterons par la suite, la présente étude porte sur les effets de l'introduction d'une nouvelle règle, à savoir, la règle de proportionnalité. Nous analyserons donc les caractéristiques des soumissions aux appels d'offres qui n'appliquaient pas cette règle, c'est-à-dire, celles remises dans le cadre des appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005. La règle de proportionnalité a été mise en vigueur à partir de 2011. La période de transition où la règle était discutée, mais n'était pas en vigueur n'a pas été étudiée.

<sup>3</sup> Nous n'incluons dans le calcul du montant payé par la CSEM que les articles présents dans l'appel d'offres. Les articles, qui sont nécessaires pour la réalisation des travaux et qui n'ont pas été introduits dans le bordereau de prix, n'ont donc pas été inclus dans nos calculs. Leur inclusion fausserait évidemment notre comparaison, puisqu'ils ne peuvent être présents dans le calcul du montant soumis par un entrepreneur dans sa soumission.

appels d'offres réalisés après 2011. Cette différence est donc substantielle<sup>4</sup> et son ampleur peut être confirmée par la valeur la plus basse et la plus élevée observée. Dans le premier groupe de 30 appels d'offres, la différence la plus basse est de -71% et la plus élevée est de 28%, tandis que dans les appels d'offres réalisés après 2011, ces différences s'élèvent à -26% et 20% respectivement<sup>5</sup>.

La présence de différences substantielles entre les quantités estimées et les quantités réellement utilisées produit aussi un autre phénomène inattendu, que nous appellerons le *phénomène du reclassement*. Puisque la CSEM dispose après l'exécution du projet des quantités réellement utilisées, elle peut recalculer les montants globaux des différentes soumissions non plus avec les quantités estimées, mais avec les quantités réellement utilisées. La CSEM peut alors calculer le montant qu'elle aurait effectivement payé pour chacune des soumissions qu'elle a reçues dans l'appel d'offres et effectuer un classement des soumissions sur la base de ce montant. Nous parlerons de la présence d'un phénomène de reclassement dans un appel d'offres lorsque le gagnant dans le classement des soumissions basé sur le montant global calculé à partir des quantités effectivement utilisées diffère du gagnant dans le classement des soumissions basé sur le montant global calculé à partir des quantités estimées. Autrement dit, en présence d'un phénomène de reclassement, la CSEM aurait payé effectivement moins cher si elle avait sélectionné un autre fournisseur que celui ayant remporté l'appel d'offres.

Selon nos observations, ce phénomène de reclassement est apparu dans 9 des 30 appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005 et dans 5 des 33 appels d'offres réalisés depuis 2011. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces observations ici, puisque nous en discuterons amplement à la section II de cette étude.

La seule présence de différences entre quantités estimées et quantités réellement utilisées ne suffit pas pour que le phénomène de reclassement apparaisse. En effet, si le soumissionnaire gagnant à l'issue de l'appel d'offre est aussi le fournisseur qui a soumis le prix unitaire le plus faible pour chacun des articles, alors il est certain que ce soumissionnaire sera aussi celui possédant le montant global le plus faible peu importe la quantité de chaque article qui sera utilisée pour calculer ce montant global et un phénomène de reclassement ne peut apparaître.

Notre étude montrera que deux phénomènes interviennent dans l'apparition d'un phénomène de reclassement. Le premier, que nous appellerons un *phénomène d'obliquité*, résulte du comportement optimisant du fournisseur joint au fait que, ne connaissant pas les quantités qui seront réellement utilisées, il doit les anticiper à partir des quantités es-

---

<sup>4</sup> Rappelons que c'est une différence moyenne et que cette différence moyenne est calculée sur la base uniquement des articles présents dans l'appel d'offres. Les ajouts d'articles lors de la réalisation du contrat ne sont donc pas pris en compte dans le calcul de cette différence moyenne.

<sup>5</sup> Nous prenons en compte ici l'ensemble des soumissions et non pas l'ensemble des soumissions satisfaisant la règle de proportionnalité.

timées fournies par la CSEM ainsi que de son expérience ou de toute autre information utile. Ce phénomène d'obliquité est l'observation qu'un fournisseur associe une marge de profit plus élevée à un article pour lequel le ratio (quantité anticipée par le fournisseur/ quantité estimée par la CSEM) est plus élevé. Autrement dit, lorsque le fournisseur anticipe que la quantité utilisée d'un article sera supérieure à la quantité estimée par la CSEM, le fournisseur aura tendance à prendre une marge de profit plus élevée sur cet article que pour un article dont il anticipe que la quantité utilisée sera moindre que la quantité estimée par la CSEM. Ce phénomène sera analysé en détail dans la section II.2 de cette étude.

Le deuxième phénomène qui doit être présent pour qu'un phénomène de reclassement apparaisse est ce que la CSEM appelle, dans les documents qu'elle nous a transmis, un *phénomène de débalancement*. Ce phénomène apparaît lorsque les fournisseurs soumettent, pour un même article, des prix différents. Il peut apparaître en raison de différences d'anticipations sur les quantités de cet article qui seront effectivement utilisées et/ou en raison de différences entre les coûts des fournisseurs. La section II.1 de la présente étude examinera précisément ce phénomène.

Pour réduire la fréquence avec laquelle le phénomène de reclassement apparaît, la CSEM a, d'une part, agit sur le processus d'estimation des quantités afin de réduire les différences entre quantités estimées et quantités effectivement utilisées et, d'autre part, agit sur le phénomène de débalancement en introduisant une nouvelle règle dans ses appels d'offres, à savoir, la règle de « proportionnalité ».

La manière dont la règle de proportionnalité fonctionne est la suivante. Tout d'abord, cette règle s'applique article par article. La CSEM sélectionne les articles sur lesquels la règle sera appliquée<sup>6</sup> et indique aux fournisseurs les articles sélectionnés en les marquant, dans le bordereau, d'un double astérisque. Après réception des différentes soumissions, l'application de la règle procède en deux étapes. Lors de la première étape, pour chaque article pour lequel la règle de proportionnalité s'applique, on calcule (i) la moyenne des prix soumis pour cet article et (ii) pour chaque fournisseur, l'écart en pourcentage entre son prix soumis et cette moyenne. Tout fournisseur pour lequel l'écart en pourcentage dépasse, en valeur absolue, 60% pour au moins un article est automatiquement éliminé de l'appel d'offres.

La deuxième étape commence par recalculer, pour l'ensemble des articles pour lesquels la règle de proportionnalité s'applique, la moyenne des prix soumis par les fournisseurs qui

---

<sup>6</sup> Pour qu'un article soit sélectionné, il faut que le montant obtenu en multipliant les quantités estimées par la CSEM et les prix estimés par la CSEM représente au moins 4% de la valeur totale du projet calculée sur la base des prix et des quantités estimées par la CSEM. D'autre part, l'ensemble des articles sélectionnés doit représenter une valeur estimée d'au moins 60% de la valeur estimée totale du contrat. Enfin, un minimum de 10 articles doit être sélectionné. Notons aussi que des ajustements à ces règles sont prévus lorsqu'elles ne peuvent être respectées.

n'ont pas été éliminés à la première étape. Pour chaque fournisseur ayant survécu à la première étape et pour chaque article pour lequel la règle s'applique, on procède au calcul de l'écart en pourcentage entre son prix soumis et la nouvelle moyenne. Tout fournisseur pour lequel l'écart dépasse, en valeur absolue, 25% pour au moins un article est éliminé de l'appel d'offres<sup>7</sup>.

Comme le montre son fonctionnement, la règle de proportionnalité tente d'agir sur le phénomène de débalancement puisque les éliminations conduisent automatiquement à une réduction des écarts par rapport à la moyenne et donc aussi à une réduction entre le prix soumis le plus élevé et le plus bas. Cette règle présente quatre caractéristiques qu'il est important de mentionner pour la suite de l'étude, à savoir, (i) l'élimination d'une soumission est automatique; (ii) la règle est appliquée sur des articles sélectionnés; (iii) l'élimination est basée sur des écarts par rapport à une moyenne et (iv) la règle procède à l'élimination de soumissions qui présentent un prix soit trop bas soit trop élevé pour au moins un article sélectionné.

Il faut noter que différents organismes utilisent des procédures pouvant mener à l'élimination de soumissions lors d'un appel d'offres. Notre objectif ici n'est pas de faire une revue exhaustive des pratiques à travers le monde, mais de présenter certaines d'entre elles. Nous commencerons évidemment par le gouvernement du Québec. Dans son « Règlement sur les contrats d'approvisionnement des organismes publics », une section entière<sup>8</sup> est consacrée à la possibilité d'éliminer une soumission dont le prix<sup>9</sup> est « anormalement bas ». Le prix est jugé anormalement bas si une étude sérieuse et documentée d'un comité, composé de membres extérieurs à l'organisme qui organise l'appel d'offres, « démontre que le prix soumis ne peut permettre au fournisseur de réaliser le contrat selon les conditions des documents d'appel d'offres sans mettre en péril l'exécution du contrat ». Une soumission dont le prix est jugé anormalement bas n'est pas rejetée automatiquement. Au contraire, le fournisseur dont le prix est jugé anormalement bas se voit prier de justifier ce prix dans les 5 jours ouvrables qui suivent la demande de justifications. Le comité remet alors un rapport qui contient ses conclusions relatives au caractère anormal du prix soumis ainsi que les motifs qui ont conduit à cette décision. Si le comité conclut que le prix est anormalement bas, cette conclusion est transmise au fournisseur qui dispose de 10 jours pour transmettre ses commentaires sur le rapport du comité. Sur la base du rapport et des commentaires du fournisseur, le comité décide s'il maintient ou non les conclusions de son rapport. Si tel est le cas, le comité transmet cette conclusion d'un prix

---

<sup>7</sup> Si la règle de proportionnalité conduit à éliminer l'ensemble des soumissions sur la base d'écarts de  $\pm 25\%$  par rapport à la moyenne, alors l'évaluation des soumissions est reprise en ajoutant des incréments successifs de 5% aux écarts initiaux de 25%.

<sup>8</sup> Voir la Section IV.1 de ce règlement disponible à l'adresse [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/C\\_65\\_1/C65\\_1R2.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/C_65_1/C65_1R2.HTM) (règlement à jour au 1er juin 2014).

<sup>9</sup> Le prix dont il est question dans ce règlement correspond au « montant global de la soumission » dans notre texte.

anormalement bas à l'organisme organisateur de l'appel d'offres qui autorise alors le rejet de la soumission. L'organisme informe ensuite le Conseil du Trésor des soumissions rejetées sur la base de cette procédure.

En Europe, une directive<sup>10</sup> du Parlement Européen et du Conseil de l'Union Européenne sur la passation des marchés publics<sup>11</sup> considère en son article 69 explicitement le traitement des « Offres anormalement basses ». Cette directive impose aux états membres d'amender leur législation pour qu'en présence d'une offre anormalement basse, il soit prévu (i) d'exiger des soumissionnaires une explication des raisons qui l'ont conduit à soumettre un tel prix, (ii) d'évaluer les informations fournies en consultant le soumissionnaire et (iii) de ne « rejeter l'offre que si les éléments de preuve fournis n'expliquent pas de manière satisfaisante le bas niveau du prix ».

Aux États-Unis, la « Federal Acquisition Regulation<sup>12</sup> » ne traite pas explicitement de prix anormalement bas. Toutefois, cette réglementation prévoit que l'organisme responsable de l'appel d'offres vérifie que le prix soumis dans une offre est « juste et raisonnable » sans quoi l'organisme peut rejeter cette offre. Le niveau anormalement bas d'un prix peut en fait être une raison pour établir qu'un prix n'est pas raisonnable. La manière pour établir le caractère raisonnable d'un prix repose sur une analyse de données qui proviennent idéalement de sources extérieures au soumissionnaire ou, en l'absence ou l'insuffisance de telles données, d'informations fournies par le soumissionnaire<sup>13</sup>.

La justification usuelle des procédures d'élimination des soumissions « anormalement basses » est d'éviter de prendre le risque d'octroyer le contrat à une entreprise qui aurait mal évalué le travail à effectuer et qui dès lors poserait des problèmes lors de la réalisation du travail<sup>14</sup>. Toutefois, la règle de proportionnalité envisagée par la CSEM va bien au delà de cette élimination des soumissions anormalement basses. En effet, un entrepreneur peut

---

<sup>10</sup> Une directive est un acte normatif pris par les institutions européennes qui donne les objectifs à atteindre par les pays membres avec un certain délai. Passé ce délai, ces objectifs à atteindre doivent donc être inclus dans la législation des pays membres, ceux-ci ayant par contre le choix sur la manière d'y arriver.

<sup>11</sup> Il s'agit de la directive 2014/24/UE du 26 février 2014 disponible à l'adresse: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2014.094.01.0065.01.FRA](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.094.01.0065.01.FRA). Le délai accordé aux pays membres pour ce conformer à cette directive est de 24 mois.

<sup>12</sup> Le texte de cette réglementation est disponible à l'adresse: <http://acquisition.gov/far/current/pdf/FAR.pdf> (page consultée le 10 juin 2014).

<sup>13</sup> Le lecteur intéressé trouvera les détails de cette procédure d'analyse du caractère raisonnable d'un prix dans la section 15.4 de la « Federal Acquisition Regulation ». Par ailleurs, d'autres exemples à travers le monde sont disponibles notamment à l'adresse <http://blogged-downinprocurement.blogspot.ca/2010/11/price-is-not-always-right.html#uds-search-results> (page consultée le 10 juin 2014).

<sup>14</sup> Un prix anormalement bas pourrait aussi apparaître lorsqu'un soumissionnaire cherche à tout prix à obtenir un contrat afin d'obtenir une trésorerie suffisante pour éviter une faillite, par exemple.

très bien soumettre un prix très faible pour un article tout en ayant un montant global pour la soumission qui démontre sa bonne connaissance des travaux à effectuer et qui lui permettront de réaliser les travaux sans rencontrer de problèmes financiers.

Dans les 30 appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005, l'application de la règle de proportionnalité sur le montant total de la soumission plutôt que sur les articles sélectionnés n'aurait conduit à l'exclusion d'aucune des soumissions. L'écart du montant total par rapport à la moyenne se situe en effet entre -18% et 24%, ce qui est inférieur au +/- 25% prévu dans la règle. Ceci peut surprendre puisque, pour plusieurs articles dans ces appels d'offres, nous observons des écarts des prix unitaires par rapport à la moyenne qui excèdent, en valeur absolue, 25%. Des écarts de plus de 25% sur les prix unitaires ne conduisent pas donc pas nécessairement à des écarts de plus de 25% du montant global de la soumission, ce qui révèle la présence de stratégies de fixation des prix unitaires en fonction d'un montant global de la soumission.

Dans le cas des appels d'offres effectués depuis 2011, l'application de la règle de proportionnalité sur le montant total des soumissions aurait conduit à l'exclusion de 3 soumissions. Ces 3 soumissions présentaient en effet un montant total excédant de plus de 25% la moyenne du montant total des soumissions dans leur appel d'offres respectif. Ces observations peuvent elles aussi surprendre, puisque ces soumissions ont été effectuées alors que la règle de proportionnalité était en vigueur et contraignait donc les prix unitaires à ne pas excéder le prix unitaire moyen de plus de 25% sous peine d'exclusion.

Notre étude portera sur les implications de l'introduction de la règle de proportionnalité dans les appels d'offres de la CSEM. Pour ce faire, nous commencerons à la section II.1 par examiner des situations hypothétiques où il n'y a pas de différences entre les quantités estimées par la CSEM et les quantités effectivement utilisées. Ceci nous permettra d'analyser les impacts de l'introduction de la règle de proportionnalité lorsque le seul phénomène présent est le phénomène de débalancement. À la section II.2, nous étendrons notre analyse aux situations où apparaissent des différences entre quantités estimées et quantités effectivement utilisées. Nous traiterons alors de l'impact de l'introduction de la règle de proportionnalité en présence des trois phénomènes décrits plus haut, à savoir, le phénomène de débalancement, d'obliquité et de reclassement. Nous offrirons quelques conclusions dans la section III.

## II. Effets de la règle de proportionnalité

Nous allons analyser les impacts possibles de l'introduction de la règle de proportionnalité sur les résultats des appels d'offres organisés par la CSEM. La règle de proportionnalité peut produire des impacts à plusieurs niveaux, à savoir, le montant global contenu dans les soumissions à un appel d'offres ainsi que les prix unitaires soumis par article, la possibilité d'ententes collusives, et enfin le reclassement. Pour aborder ces différents aspects plus

simplement, nous commencerons par examiner des situations hypothétiques où les quantités estimées reportées dans le bordereau de prix de l'appel d'offres coïncident avec les quantités utilisées. Nous relâcherons ensuite cette hypothèse, ce qui permettra de comprendre le rôle des différences entre quantités estimées et quantités utilisées et en quoi ces écarts peuvent affecter ou laisser inchangés les impacts de la règle de proportionnalité que nous aurons identifiés auparavant.

## II.1 En l'absence d'écart entre les quantités estimées et les quantités utilisées

Comme mentionné dans l'introduction à ce travail, un appel d'offres de la CSEM a la particularité d'exiger que l'entrepreneur soumette un prix pour chaque article identifié au bordereau et de sélectionner l'entrepreneur gagnant sur la base du montant global apparaissant dans la soumission, c'est-à-dire, le montant égal à la somme, sur l'ensemble des articles, de la multiplication du prix unitaire présent au bordereau par la quantité estimée.

La CSEM ne paie l'entrepreneur ayant remporté l'appel d'offres que sur la base des quantités utilisées. Notre hypothèse d'absence d'écart entre la quantité estimée et la quantité utilisée fait en sorte que l'entrepreneur sait lorsqu'il soumissionne que le montant qu'il recevra à l'issue des travaux correspond au montant global qu'il indiquera dans sa soumission. Cela rend plus simple l'élaboration d'une soumission par un entrepreneur. Par ailleurs, cela empêche aussi tout phénomène de reclassement d'apparaître.

En l'absence d'écart, le seul phénomène qui reste présent est le phénomène du débalancement. Pour comprendre ce phénomène, nous devons comprendre la détermination des prix unitaires. Pour ce faire, considérons un appel d'offres avec seulement deux articles<sup>15</sup> dont les quantités spécifiées au bordereau sont 20 et 10 respectivement. La première étape pour l'entrepreneur qui désire soumissionner est de calculer le coût de réaliser les travaux, ce qui revient à calculer un coût unitaire pour chacun de ces articles. Pour faciliter la discussion, imaginons que les coûts unitaires de l'entrepreneur soient ceux donnés au Tableau 1 de la page suivante. Le coût total de réaliser les travaux s'élève donc à 200. La seconde étape pour l'entrepreneur est de déterminer la marge qu'il appliquera sur son coût total. Évidemment, le niveau de cette marge dépendra du niveau de la concurrence auquel il fait face. Nous supposons ici qu'il désire appliquer une marge de 25% sur son coût total, ce qui portera le montant global de sa soumission à 250. La troisième étape pour l'entrepreneur est de déterminer le prix unitaire pour chaque article. Plusieurs possibilités s'offrent à lui. Il peut décider d'appliquer une marge de 25% sur chacun des coûts unitaires, ce qui conduit à la Soumission A du Tableau 1. Toutefois, sans que cela ne conduise à aucune conséquence, il peut tout aussi bien décider de ne pas appliquer de

---

<sup>15</sup> Nous avons choisi délibérément de présenter des exemples extrêmement simplifiés afin d'illustrer au mieux les différentes situations qui peuvent apparaître ainsi que les raisonnements qui peuvent en découler.

**Tableau 1: détermination des prix unitaires**

Article	Quantité	Cout unitaire	Cout total	Soumission A	Soumission B	Soumission C
1	20	8	160	10	10,5	0
2	10	4	40	5	4	25
			200	Montant global: 250	Montant global: 250	Montant global: 250

manière uniforme la marge de 25%. Il peut très bien décider de n'appliquer une marge que sur l'article 1 comme dans la Soumission B et il peut même décider de ne mettre un prix positif que sur un seul article comme dans la Soumission C. Toutes ces soumissions conduisent au même montant global et donc au même niveau de profit et à la même chance de remporter l'appel d'offres. C'est un phénomène sur lequel nous reviendrons dans la prochaine sous-section. Pour l'instant, nous supposons que les fournisseurs appliquent une marge égale sur le cout unitaire de chaque article.

Considérons maintenant un appel d'offres avec deux articles et trois entrepreneurs qui appliquent la même marge sur leur cout total ainsi que sur chacun des couts unitaires. Le Tableau 2 fournit un exemple numérique d'une telle situation. L'issue d'un tel appel d'offres est claire: l'entrepreneur A est déclaré le gagnant puisqu'il est celui qui a soumis le montant global (270) le plus faible. Il est aussi celui qui peut réaliser le projet avec le plus bas cout total (216).

**Tableau 2: Appel d'offres avec 3 participants**

Article	Quantité	Entrepreneur A		Entrepreneur B		Entrepreneur C	
		Cout unitaire	Prix unitaire	Cout unitaire	Prix unitaire	Cout unitaire	Prix unitaire
1	20	8	10	12,4	15,5	13,6	17
2	10	5,6	7	3,2	4	5,6	7
		Cout total = 216	Montant global = 270	Cout total = 280	Montant global = 350	Cout total = 328	Montant global = 410

Ce tableau montre que pour que l'entrepreneur A puisse gagner, il faut qu'il puisse utiliser son avantage concurrentiel dans la réalisation de l'article 1 et ainsi fixer un prix unitaire pour cet article plus bas que celui soumis par les entrepreneurs B et C. C'est ainsi que nous voyons apparaître le phénomène de débalancement: Le prix soumis pour l'article 1 par l'entrepreneur A est bien inférieur à la moyenne des prix soumis pour cet article. En effet, la moyenne s'élève à 14,2. D'un autre côté, les prix sur l'article 2 sont aussi débalancés. En effet, le prix soumis par l'entrepreneur B sur cet article est bien inférieur à la moyenne des prix soumis qui s'élève à 6. Le Tableau 2 illustre donc que l'origine du phénomène de

débalancement des prix est la différence entre les avantages concurrentiels des différents entrepreneurs<sup>16</sup>. Il y aura peu de débalancement pour des articles où les entrepreneurs ont de faibles différences de cout unitaire. Par contre, le débalancement prendra de l'ampleur au fur et à mesure que les entrepreneurs diffèrent par leur cout unitaire.

Si l'on cherche à réduire ce débalancement par l'imposition de la règle de proportionnalité sur l'article 1, cela conduit à l'exclusion de l'entrepreneur A. En effet, sur cet article, son prix unitaire est de 10 et est donc inférieur de plus de 25% à la moyenne des prix unitaires soumis pour cet article, à savoir 14,2. De la même manière, l'application de la règle de proportionnalité sur l'article 2 conduit à l'exclusion de l'entrepreneur B, puisque l'écart entre le prix unitaire soumis par cet entrepreneur pour cet article et la moyenne des prix soumis pour cet article excède 25%. Nous voyons donc que l'application de la règle de proportionnalité conduit à exclure les entrepreneurs A et B pour nous laisser avec l'entrepreneur C comme gagnant. Ce faisant, le montant que la CSEM devra payer pour la réalisation des travaux vient de passer de 270 à 410. L'introduction de la règle de proportionnalité peut donc être couteux pour la CSEM, mais nous ne pouvons établir le niveau de ce cout du fait qu'il dépend notamment des articles sur lesquels la règle sera appliquée. En effet, dans le cas où la règle aurait été appliquée seulement sur l'article 1, le montant payé par la CSEM serait passé de 270 à 350 et non pas 410.

Cet exemple est évidemment construit pour mettre en évidence le plus clairement possible que la réduction du débalancement sur un article par l'introduction d'une règle de proportionnalité conduira à une modification dans la concurrence. En effet, cette réduction du débalancement empêche a priori les entrepreneurs de jouir pleinement des avantages concurrentiels qu'ils possèdent dans la réalisation de certains articles.

À l'aide de cet exemple, nous pouvons immédiatement mettre en lumière trois problèmes liés à la règle de proportionnalité. Considérons en premier lieu que la règle de proportionnalité soit appliquée sur le premier article seulement et que l'entrepreneur C n'ait pas déposé de soumission. Dans ce cas, l'entrepreneur A est préféré à l'entrepreneur B et remporte l'appel d'offres, puisque la règle ne conduit à aucune exclusion. Idéalement, lorsqu'un autre entrepreneur que les entrepreneurs A et B, comme l'entrepreneur C, décide de soumissionner, cela ne devrait pas affecter la manière dont les soumissions des entrepreneurs A et B sont classées<sup>17</sup>. En effet, ce classement ne devrait idéalement reposer que sur les caractéristiques propres à ces deux soumissions et ne devrait donc pas faire intervenir d'autres éléments extérieurs dans la comparaison entre de ces deux soumissions. Pourtant, le classement des soumissions des entrepreneurs A et B est inversé si l'entrepreneur C dépose une soumission, puisque la soumission de l'entrepreneur A est éliminée du fait que le prix de l'article 1 dans cette soumission est inférieur de plus de 25% à la

---

<sup>16</sup> Ceci n'est évidemment vrai que dans le contexte où les quantités estimées et utilisées sont identiques.

<sup>17</sup> Dans la littérature économique, cette propriété est appelée « l'indépendance envers les alternatives non pertinentes ».

moyenne des prix soumis pour cet article. Cette possibilité de changement dans le classement des soumissions des entrepreneurs A et B résulte du fait que la règle de proportionnalité s'appuie sur le calcul d'une moyenne des prix soumis et que cette moyenne est affectée par l'ensemble des soumissions, dont celle de l'entrepreneur C.

Le deuxième problème est relié à l'augmentation du nombre de soumissionnaires. Dans des appels d'offres qui n'utilisent pas la règle de proportionnalité, une augmentation du nombre de soumissionnaires s'accompagne généralement d'une diminution des prix du fait d'une augmentation de la concurrence. Notre exemple montre toutefois que l'application de la règle de proportionnalité peut faire en sorte que ce principe ne s'applique plus de manière générale et qu'une augmentation du nombre de soumissionnaires peut conduire à une augmentation du montant payé par la CSEM. En effet, l'introduction parmi les soumissionnaires d'un entrepreneur moins concurrentiel, comme l'entrepreneur C, peut conduire à l'élimination de l'entrepreneur avec la soumission la plus basse, l'entrepreneur A dans notre exemple, et faire ainsi augmenter le montant que la CSEM devra payer pour la réalisation des travaux. Ainsi, en présence de la règle de proportionnalité, une augmentation du nombre de soumissionnaires n'augmente pas nécessairement la concurrence et ne réduit pas forcément le montant payé par la CSEM<sup>18</sup>.

Un troisième problème apparaît lorsqu'on suppose que la règle s'applique sur les deux articles. Si nous nous mettons à la place de l'entrepreneur C au moment de décider de la marge à appliquer sur les coûts unitaires, nous pourrions nous dire qu'étant probablement moins compétitif que nos deux concurrents, nous devrions diminuer cette marge pour augmenter nos chances de remporter l'appel d'offres. Or, c'est l'inverse qui peut se produire. Pour l'entrepreneur C, les chances de remporter l'appel d'offres peuvent diminuer lorsqu'il diminue sa marge, puisque cette diminution conduit à diminuer les chances d'exclure les entrepreneurs A et B. Autrement dit, l'application de la règle de proportionnalité peut faire en sorte que les chances de remporter l'appel d'offres augmentent lorsqu'un entrepreneur augmente sa marge bénéficiaire.

Les discussions qui suivent cet exemple très simple montrent que la règle de proportionnalité va modifier le comportement des entrepreneurs. L'entrepreneur A, par exemple, tentera d'ajuster les prix unitaires pour les articles sur lesquels la règle s'appliquera afin de réduire ses chances de se faire exclure de l'appel d'offres. Nous allons dans les paragraphes qui suivent examiner comment la règle pourrait affecter le comportement des entrepreneurs et comment son introduction pourrait affecter le montant payé par la CSEM. Nous organiserons notre discussion en deux volets. Dans le premier nous regarderons les ajustements dans les soumissions que les entrepreneurs seront susceptibles de faire suite à l'introduiti-

---

<sup>18</sup> Nous ne discutons ici que de variations potentielles du montant global des soumissions. Nous reportons la discussion au sujet de l'observation de telles variations dans les appels d'offres aux pages 45 et 46 de la fin de la section II. Ce n'est en effet qu'à ce stade que nous aurons exposé l'ensemble des facteurs qui doivent être pris en compte dans l'analyse de l'impact de la règle de proportionnalité sur le montant global des soumissions.

on de la règle de proportionnalité. Nous poursuivrons, dans un deuxième volet, en examinant les possibilités d’une utilisation stratégique de la règle de proportionnalité et en considérant en particulier l’impact de la règle sur les possibilités de collusion.

### II.1.1 Ajustements des prix unitaires et du montant global d’une soumission par un entrepreneur

L’imposition de la règle de proportionnalité va conduire les fournisseurs à adapter leurs prix unitaires et c’est d’ailleurs ce qui est souhaité par la CSEM. Nous allons donc examiner la manière dont ces ajustements vont probablement se faire ainsi que les conséquences que ces ajustements vont entraîner.

Pour les fins de la discussion, considérons la situation d’un entrepreneur qui a décidé de participer à un appel d’offres portant sur trois articles. Les couts unitaires de cet entrepreneur pour chacun de ces articles sont donnés au Tableau 3. Si cet entrepreneur dé-

**Tableau 3: détermination des prix unitaires avec règle de proportionnalité**

Article	Quantité	Cout unitaire	Cout total	Soumission A	Soumission B	Soumission C
1	20	12	240	15	16	16
2	20	8	160	10	9	12
3	10	4	40	5	5	0
			440	Montant global: 550	Montant global: <b>550</b>	Montant global: <b>560</b>

cide de conserver une marge bénéficiaire de 25% sur son cout total et qu’il détermine chacun des prix unitaires de sa soumission en appliquant la même marge de 25% sur ses couts unitaires, nous obtenons la Soumission A du Tableau 3. Si cet entrepreneur possède un avantage concurrentiel sur l’article 1 et que cet article est soumis à la règle de proportionnalité, l’entrepreneur doit éviter de fixer un prix trop bas qui l’exclurait de l’appel d’offres.

Pour réduire la possibilité d’exclusion, il peut augmenter le prix unitaire sur l’article 1 de 15 à 16. Toutefois, il veut continuer à profiter de son avantage concurrentiel sur ses concurrents et soumettre un montant global qu’il juge approprié pour, d’une part, lui assurer une chance raisonnable de remporter l’appel d’offres et, d’autre part, de lui rapporter un gain suffisant s’il remporte l’appel d’offres. Comme il avait déjà déterminé que le meilleur montant global pour lui, étant donné la concurrence présente dans l’appel d’offres, était de 550, il voudra continuer à soumettre ce même montant. Si seul l’article 1 est sujet à l’application de la règle de proportionnalité, soumettre le même montant global est possible en modifiant par exemple le prix unitaire de l’article 2. Ceci conduit à la Soumission B. Nous voyons une fois encore la particularité de ce type d’appel d’offres. Dans ce type d’appel d’offres, les entrepreneurs ne se concurrencent pas sur chacun des prix unitaires, mais bien sur le montant global soumis. Si l’application de la règle de proportionnalité conduit un

entrepreneur à augmenter son prix unitaire sur un article, cela ne l'affecte pas du tout, en autant qu'il puisse ajuster le prix unitaire des autres articles de sorte à conserver le même montant global. De cette manière, il conserve la même chance de remporter l'appel d'offres et le même gain s'il remporte l'appel d'offres.

La condition pour que la règle de proportionnalité n'affecte pas l'entrepreneur est que celui-ci puisse ajuster ses prix unitaires tout en gardant le même montant global qu'avant l'imposition de la règle de proportionnalité. Toutefois, si la règle de proportionnalité s'applique sur les articles 1 et 2, l'entrepreneur peut être conduit, comme indiqué dans la Soumission C du Tableau 3, à augmenter le montant global de sa soumission. La raison est qu'il ne peut fixer un prix négatif sur l'article 3 afin de contrebalancer l'effet de l'augmentation du prix unitaire des articles 1 et 2. Nous pourrions penser que l'entrepreneur devrait être satisfait de ces changements, vu qu'avec un montant global plus élevé, il obtiendra un gain plus élevé s'il réalise les travaux. Ce n'est toutefois pas le cas, car un montant global plus élevé signifie aussi une diminution des chances de remporter l'appel d'offres. Le montant global de 550 avait en effet déjà réalisé l'arbitrage optimal pour l'entrepreneur entre, d'une part, sa probabilité de remporter l'appel d'offres et, d'autre part, son gain s'il remporte l'appel d'offres.

Cette problématique n'apparaît évidemment pas lorsque la règle de proportionnalité conduit un entrepreneur à diminuer certains de ses prix unitaires pour éviter l'exclusion. Cet entrepreneur pourra en effet toujours conserver le même montant global soumis en ajustant à la hausse le prix des articles pour lesquels la règle de proportionnalité ne s'applique pas. Comme il n'y a pas de limite supérieure au prix unitaire des articles non sujets à la règle, l'entrepreneur dont les prix unitaires des articles soumis à la règle sont supérieurs à la moyenne ne sera jamais affecté par l'application de la règle.

Deux indications émergent donc de cet exemple<sup>19</sup>. Tout d'abord, la règle de proportionnalité ne conduit pas systématiquement à une modification du montant global soumis par les entrepreneurs. C'est plutôt l'inverse, à savoir, que les entrepreneurs utiliseront le prix unitaire des articles non soumis à la règle pour compenser les ajustements des prix unitaires rendus nécessaires par l'application de la règle et conserver le même montant global soumis. Toutefois, si l'entrepreneur ne peut réaliser pleinement ces ajustements, cela le conduira à augmenter le montant global de sa soumission<sup>20</sup>. Notons que l'entrepreneur ne pourra évidemment pas réaliser le type d'ajustements présentés plus haut et augmentera

---

<sup>19</sup> Rappelons que nous travaillons sous l'hypothèse selon laquelle les quantités estimées et les quantités réelles coïncident. Comme nous le verrons dans la sous-section II.2, les conclusions ne changent que légèrement dans le cas où ces quantités diffèrent.

<sup>20</sup> Notons aussi que si cette augmentation est anticipée par les autres entrepreneurs, cela peut les inciter à augmenter aussi le montant global de leur soumission même s'ils ne sont pas affectés directement par la règle de proportionnalité. En effet, si le concurrent d'un entrepreneur est obligé de soumettre un montant global plus élevé, cet entrepreneur peut lui aussi soumettre un montant plus élevé et obtenir ainsi un meilleur gain s'il remporte l'appel d'offres tout en conservant ou même en améliorant ses chances de gagner l'appel d'offres.

donc le montant global de sa soumission si la règle de proportionnalité est appliquée sur tous les articles de l'appel d'offres. Ceci conduit naturellement à penser que les chances d'observer une augmentation du montant global de la soumission d'un entrepreneur suite à l'application de la règle de proportionnalité seront plus élevées lorsque cette règle s'applique sur un grand nombre d'articles et/ou sur un ensemble d'articles qui représentent une partie importante du coût de réaliser les travaux prévus à l'appel d'offres. D'autre part, il est aussi clair que la règle ne peut conduire à une diminution du montant global soumis par un entrepreneur du fait que soit l'entrepreneur est capable de faire les ajustements désirés, soit l'entrepreneur n'est pas affecté par la règle de proportionnalité.

La deuxième indication fournie par cet exemple est que l'application de la règle sur certains articles conduit les entrepreneurs à non seulement modifier leur prix unitaire sur ces articles, mais aussi leur prix unitaire sur les articles sur lesquels la règle ne s'applique pas. Il est donc possible que l'application de la règle conduise à une réduction du débalancement sur les articles sur lesquels elle s'applique, mais augmente le débalancement sur les articles sur lesquels elle ne s'applique pas.

Une question naturelle est de savoir si ce type d'ajustements peut être effectivement détecté dans le cadre des appels réalisés par la CSEM. Pour identifier de tels ajustements dans les prix unitaires des soumissions, il nous faut trouver un article non sujet à la règle de proportionnalité pour lequel (i) la quantité estimée est pratiquement toujours égale à la quantité utilisée (afin que nous respections le cadre dans lequel nous avons dérivé les conclusions ci-dessus<sup>21</sup>); (ii) les coûts entre entrepreneurs soient relativement similaires (afin de s'assurer que des différences entre soumissions révèlent la présence d'ajustements et non pas d'avantages concurrentiels); (iii) le coût relié à cet article soit relativement important par rapport à la soumission (afin que l'entrepreneur puisse compenser au moins en partie les effets induits par l'application de la règle de proportionnalité en ajustant sur le prix unitaire de cet article) et (iv) le nombre de soumissionnaires soit relativement élevé (afin que la règle de proportionnalité conduise effectivement les entrepreneurs à ajuster leurs prix unitaires pour éviter l'exclusion).

Parmi les appels d'offres dans lesquels la règle de proportionnalité s'applique, nous avons repéré un article susceptible de respecter ces quatre conditions, à savoir, l'article 4342 dont la description indique « Signalisation routière ».

Tout d'abord, comme la production de cet article ne fait manifestement pas partie des activités principales des entrepreneurs offrant leurs services à la CSEM, nous pouvons être relativement confiants en supposant que les coûts reliés à la signalisation routière ne dif-

---

<sup>21</sup> Lorsque la quantité estimée et la quantité utilisée diffèrent, nous verrons à la section suivante que d'autres facteurs entrent en jeu.

diffèrent pas de manière significative entre les entrepreneurs<sup>22</sup>. D'autre part, nous avons pu observer que la quantité utilisée diffère de la quantité estimée dans seulement trois appels d'offres parmi les 33 dont nous disposons, de sorte qu'on peut penser que, pour cet article, les entrepreneurs anticipent bien que la quantité utilisée sera la quantité estimée par la CSEM. Ensuite, pour mesurer l'importance de cet article dans le coût total de réaliser les travaux prévus à l'appel d'offres, nous avons estimé le coût de la signalisation routière à partir du prix estimé par la CSEM multiplié par la quantité estimée par la CSEM et nous avons rapporté ce coût en pourcentage du montant global moyen des soumissions. Nous avons observé que le coût estimé pour cet article représente, en moyenne sur l'ensemble des appels d'offres, 5% du montant global moyen des soumissions<sup>23</sup>. Nous pouvons donc raisonnablement penser que cet article peut permettre aux entrepreneurs d'effectuer les ajustements induits par la règle de proportionnalité. Enfin, nous ne tenons compte que des appels d'offres avec au moins quatre soumissionnaires pour s'assurer que la pression d'éviter l'exclusion soit effectivement présente, ce qui nous laisse 20 appels d'offres.

Parmi ces 20 appels d'offres, nous en avons identifié un<sup>24</sup> qui spécifie que la règle de proportionnalité s'applique pour l'article 4342. Dans cet appel d'offres, les entrepreneurs ne pourront donc pas modifier le prix de cet article pour compenser les ajustements des prix des articles sujets à la règle de proportionnalité, puisqu'ils devront prendre en compte les possibilités d'exclusion. Nous ne pourrions donc pas utiliser cet appel d'offres pour détecter la présence d'ajustements induits par la règle de proportionnalité. Par contre, il est probable que les prix soumis pour l'article 4342 dans cet appel d'offres reflètent le coût de fournir cet article. Cet appel d'offres nous servira donc pour valider si le prix estimé par la CSEM est bien représentatif du coût de fournir l'article 4342.

Nous disposons donc de 19 appels d'offres pour valider les implications de notre raisonnement à l'effet que (i) les entrepreneurs vont ajuster le prix unitaire des articles non sujets à l'application de la règle de proportionnalité pour compenser les ajustements qu'ils effectuent sur le prix unitaires des articles sujets à l'application de la règle et ainsi conserver un montant global aussi proche que possible du montant qu'ils auraient soumis si la règle ne s'appliquait pas et (ii) ces ajustements du prix unitaire des articles non sujets à la règle de proportionnalité peuvent engendrer un sévère débalancement des prix des articles non sujets à la règle de proportionnalité.

Commençons immédiatement par indiquer que le prix estimé par la CSEM semble être un

---

<sup>22</sup> Nous ne pouvons évidemment pas en faire la démonstration formelle. Nous pensons toutefois qu'aucun entrepreneur ne possède un avantage de coût du fait que l'ensemble des entrepreneurs a accès aux mêmes ressources (matériels, compagnies spécialisées,...) pour assurer la production de cet article.

<sup>23</sup> Nous avons dû éliminer l'appel d'offres relatif au numéro de contrat 1209, car le prix estimé pour l'article 4342 est de 1\$, ce qui paraît complètement irréaliste. Par ailleurs, ce pourcentage varie entre 2% et 18% parmi l'ensemble des 32 appels d'offres.

<sup>24</sup> Il s'agit de l'appel d'offres relatif au contrat 1261.

indicateur du cout de fournir l'article 4342, puisque dans l'appel d'offres pour lequel la règle de proportionnalité s'applique sur cet article, les quatre soumissionnaires soumettent un prix unitaire qui excède le prix estimé et ces prix unitaires ne conduisent à l'exclusion d'aucun soumissionnaire. Nous pouvons donc prendre le prix estimé comme un point de repère du cout de fournir l'article 4342.

Nous avons indiqué, à partir de l'exemple du Tableau 3, qu'un entrepreneur qui dispose d'un avantage concurrentiel sur un article sujet à l'application de la règle va probablement augmenter le prix unitaire de cet article, afin de diminuer son risque d'exclusion, et diminuer le prix unitaire des articles non sujets à la règle, pour maintenir le montant global de sa soumission le plus proche possible du montant qu'il aurait souhaité soumettre sans l'application de la règle. L'entrepreneur qui, au contraire, souffre d'un manque de compétitivité sur un article sujet à l'application de la règle va probablement diminuer le prix unitaire de cet article, afin de diminuer ses chances d'exclusion, et augmenter le prix unitaire des articles non sujets à la règle, pour maintenir le montant global de sa soumission proche de ce qu'il aurait été en l'absence de la règle. Si l'on suppose que les entrepreneurs qui disposent d'un avantage concurrentiel sur les articles pour lesquels la règle de proportionnalité s'applique sont aussi ceux dont le montant global de la soumission est le moins élevé, nous devrions observer un ajustement à la baisse sur le prix unitaire de l'article 4342 pour les soumissions dont le montant global est parmi les moins élevés. De la même manière, nous devrions observer un ajustement à la hausse du prix unitaire pour les soumissions dont le montant global est parmi les plus élevés puisque ces soumissions sont très probablement soumises par des entrepreneurs qui souffrent d'un manque de compétitivité sur les articles sujets à l'application de la règle.

Évidemment, nous ne disposons pas des prix que les entrepreneurs auraient soumis si la règle de proportionnalité n'avait pas été mise en application. Pour détecter si les ajustements haussiers et baissiers du prix de l'article 4342 décrits plus hauts ont effectivement lieu dans les 19 appels d'offres dont nous disposons, nous allons nous servir du prix estimé par la CSEM pour cet article. Si le prix soumis par un entrepreneur pour l'article 4342 est significativement plus faible que le prix estimé par la CSEM pour cet article, nous pourrions en conclure que l'entrepreneur est probablement en train d'ajuster à la baisse le montant global de sa soumission pour conserver celui-ci aussi proche que possible du montant global qui est optimal pour lui. De la même manière, si le prix soumis par un entrepreneur pour l'article 4342 est significativement plus élevé que le prix estimé par la CSEM pour cet article, nous pourrions en tirer la conclusion que nous sommes en présence d'un ajustement haussier de la part de cet entrepreneur.

En prenant le prix estimé par la CSEM pour l'article 4342 comme point de référence, nous détecterons un ajustement haussier ou baissier dans le prix de cet article par un entrepreneur en calculant l'écart en pourcentage entre le prix soumis par l'entrepreneur et le prix estimé par la CSEM pour l'article 4342: Un écart en pourcentage « largement » positif indiquera un ajustement haussier, tandis qu'un écart en pourcentage « largement » négatif indiquera un ajustement baissier. Si les entrepreneurs se comportent effectivement

comme nous l’avons décrit dans notre raisonnement sur les ajustements induits par la règle de proportionnalité, nous devrions trouver un écart en pourcentage entre le prix soumis par l’entrepreneur et le prix estimé par la CSEM pour l’article 4342 « largement » négatif dans les soumissions dont le montant global est faible et « largement » positif dans les soumissions dont le montant global est élevé.

Nous commencerons par examiner les soumissions gagnantes des 19 appels d’offres. Puisque ces soumissions sont celles dont le montant global est le plus faible, nous nous attendons à retrouver dans ces soumissions un ajustement baissier dans le prix de l’article 4342, c’est-à-dire, un écart en pourcentage entre le prix soumis pour l’article 4342 par l’entrepreneur et le prix estimé par la CSEM pour cet article largement négatif. Les données recueillies sont présentées dans le Tableau 4.

**Tableau 4: Écart en pourcentage entre le prix soumis par l’entrepreneur et le prix estimé par la CSEM pour l’article 4342 parmi les soumissions gagnantes**

Numéro de contrat	1194	1202	1204	1218	1221	1226	1232	1233	1234	1241	1242	1243	1244	1249	1262	1263	1268	1269	1271
Écart en %	-48	-88	-90	-97	-36	-33	20	0	-59	0	53	-81	-84	-89	-80	34	-83	-97	-96

Ces observations vont globalement dans le sens que notre raisonnement prévoyait puisque, dans 14 appels d’offres sur 19, les écarts en pourcentage sont négatifs et sont d’une ampleur importante puisqu’ils excèdent, en valeur absolue, 33%.

Regardons maintenant l’ensemble des soumissions dans les 19 appels d’offres. Pour synthétiser l’information disponible, nous considérons trois indicateurs, à savoir, la valeur moyenne des écarts en pourcentage, la valeur maximale et la valeur minimale de ces écarts. Par exemple, pour la soumission gagnante, les données du Tableau 4 permettent d’obtenir une valeur moyenne des écarts égale à -50% ainsi qu’une valeur maximale de 53% et une valeur minimale de -97%. L’observation d’une valeur minimale (maximale) de -97% (53%) signifie simplement que cet écart en pourcentage a été observé dans au moins un des 19 appels d’offres examinés, ce qui permet de se faire une idée sur l’ampleur des écarts observés.

Pour que nous puissions examiner si les observations concordent avec les implications de notre raisonnement sur les ajustements induits par la règle de proportionnalité, nous allons ranger les soumissions selon le montant global qu’elles contiennent. La soumission avec le rang 1 sera celle dont le montant global est le plus faible, c’est-à-dire, la soumission gagnante, le rang 2 sera attribué à la soumission qui contient le deuxième plus bas montant global et ainsi de suite jusqu’à la soumission qui contient le montant global le plus élevé. Il faut aussi faire attention au fait que le nombre de soumissionnaires peut différer d’un appel d’offres à l’autre, c’est pourquoi nous indiquerons le nombre d’appel d’offres qui contient une soumission d’un rang donné. Par exemple, chacun des 19 appels d’offres contient une soumission de rang 1 alors que seulement 14 appels d’offres contiendront une soumission de rang 5, puisqu’au moins 5 entrepreneurs ont décidé de présenter une

soumission dans seulement 14 appels d'offres. Les informations recueillies et organisées de cette manière sont présentées dans le Tableau 5.

**Tableau 5: Ajustements baissiers et hausiers du prix unitaire de l'article 4342**

Rang de la soumission	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valeur moyenne	-50 %	-38 %	-27 %	41 %	2 %	10 %	-16 %	6 %	332 %	18 %
Valeur minimum	-97 %	-96 %	-97 %	-93 %	-79 %	-87 %	-94 %	-79 %	-37 %	9 %
Valeur maximum	53 %	97 %	100 %	547 %	210 %	213 %	142 %	177 %	700 %	27 %
Nombre d'appels d'offres	19	19	19	19	14	9	6	6	2	2

Notons immédiatement que, dans le Tableau 5, la colonne correspondante au rang 1 contient les informations que nous avons déjà dérivées à partir de celles contenues dans le Tableau 4.

L'intérêt du Tableau 5 est qu'il permet d'observer comment les écarts en pourcentage entre le prix soumis par l'entrepreneur pour l'article 4342 et le prix estimé par la CSEM pour cet article évoluent en fonction du rang de la soumission. En effet, nous avons déduit de notre raisonnement sur les ajustements du prix des articles non sujets à la règle de proportionnalité que cet écart serait largement négatif pour les soumissions contenant un montant global faible, c'est-à-dire, pour les soumissions avec un rang faible, et serait largement positif pour les soumissions contenant un montant global élevé, c'est-à-dire, pour les soumissions avec un rang élevé. Ceci est clairement le cas, puisque nous observons que la valeur moyenne de l'écart en pourcentage entre le prix soumis et le prix estimé par la CSEM est de -50% pour la soumission dont le montant global est le plus bas (rang 1), alors qu'elle est de -38% pour la soumission dont le montant global est le deuxième plus bas (rang 2), de -27% pour la soumission dont le montant global est le troisième plus bas (rang 3), de 41% pour la soumission dont le montant global est le quatrième plus bas (rang 4 ce qui correspond aussi à la soumission avec le montant le plus élevé dans 5<sup>25</sup> des 19 appels d'offres) et enfin 2% pour la soumission dont le montant global est le cinquième le plus bas (rang 5, ce qui correspond aussi au montant global le plus élevé dans 5 des 19 appels d'offres<sup>26</sup>).

À partir de notre exemple présenté au Tableau 3, nous avons mentionné que les ajustements induits par la règle de proportionnalité pouvait conduire un entrepreneur à soumet-

<sup>25</sup> À partir du Tableau 5, nous savons qu'il y a 19 appels d'offres qui contiennent au moins 4 soumissions et 14 qui contiennent au moins 5 soumissions. Il y a donc 5 (=19-14) appels d'offres qui contiennent exactement 4 soumissions.

<sup>26</sup> À partir du Tableau 5, nous savons qu'il y a 14 appels d'offres qui contiennent au moins 5 soumissions et 9 qui contiennent au moins 6 soumissions. Il y a donc 5 (=14-9) appels d'offres qui contiennent exactement 5 soumissions.

tre un prix 0 pour un article non sujet à la règle. Bien que nous n'ayons pas observé de soumission contenant un prix nul pour l'article 4342, nous avons observé, comme indiqué par la ligne intitulée « Valeur minimum » dans le Tableau 5, des soumissions où le prix soumis est de 97% inférieur au prix estimé par la CSEM. Dans ces cas, les soumissions contiennent donc un prix extrêmement faible par rapport au cout estimé par la CSEM à fournir cet article, ce qui est en accord avec les ajustements prédits par notre analyse.

D'autre part, toujours suite à l'exemple du Tableau 3, nous indiquions qu'il n'y avait aucune limite supérieure au prix, de sorte qu'un entrepreneur qui se voyait contraint de baisser son prix sur les articles sujets à la règle de proportionnalité pouvait augmenter autant qu'il le voulait le prix des articles non sujets à la règle. En regardant la ligne intitulée « Valeur maximum » du Tableau 5, nous pouvons observer que certaines soumissions contiennent un prix pour l'article 4342 qui est supérieur de 547% au prix estimé par la CSEM. Certaines soumissions contiennent donc des prix pour l'article 4342 excessivement élevés par rapport au cout de fournir l'article, ce qui est de nouveau conforme aux ajustements indiqués par notre raisonnement.

Les informations que nous avons présentées jusqu'à présent étaient relativement sommaires, puisqu'elles concernent la valeur moyenne ainsi que les valeurs extrêmes des écarts en pourcentage. Une autre manière de détecter dans les appels d'offres la présence d'ajustements induits par l'application de la règle de proportionnalité est de regarder (i) le nombre d'appels d'offres pour lesquels la soumission de rang N contient le plus bas prix soumis pour l'article 4342 parmi l'ensemble des soumissions (ce nombre correspond bien évidemment au nombre d'appels d'offres pour lesquels la soumission de rang N présente l'écart en pourcentage le plus faible parmi les écarts présents dans l'ensemble des soumissions), et (ii) le nombre d'appels d'offres pour lesquels la soumission de rang N contient le plus haut prix soumis pour l'article 4342 parmi l'ensemble des soumissions (ce nombre correspond au nombre d'appels d'offres pour lesquelles la soumission de rang N présente l'écart en pourcentage le plus élevé parmi les écarts présents dans l'ensemble des soumissions). Si les entrepreneurs ajustent le prix de l'article soumis pour l'article 4342 en accord avec les ajustements induits par la règle de proportionnalité, nous devrions observer que, pour les soumissions avec un rang faible (celles dont le montant global est le plus faible), la fréquence avec laquelle ces soumissions contiennent le plus bas prix soumis pour l'article 4342 est élevée, alors que la fréquence avec laquelle ces soumissions contiennent le plus haut prix soumis pour cet article est faible. Inversement, pour les soumissions avec un rang élevé (celles dont le montant global est le plus élevé), la fréquence avec laquelle ces soumissions contiennent le plus haut prix pour l'article 4342 est élevée, alors que la fréquence avec laquelle ces soumissions contiennent le plus bas prix pour cet article est faible.

Nos observations sont présentées au Tableau 6 de la page suivante. Nous avons, par exemple, trouvé que la soumission de rang 1 (celle avec le montant global le plus faible) présente le prix soumis pour l'article 4342 le plus faible dans 8 appels d'offres sur 19, tandis que la soumission de rang 2 présente un soumis soumis pour l'article 4342 le plus

Tableau 6: Fréquences des écarts les plus faibles et les plus élevés

Rang de la soumission	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fréquence avec l'écart le plus faible	8	4	4	0	1	1	1	0	0	0
Fréquence avec l'écart le plus élevé	1	1	1	7	1	5	0	1	1	1
Nombre d'appels d'offres	19	19	19	19	14	9	6	6	2	2

faible dans 4 appels d'offres sur 19. Par contre, la soumission de rang 1 ainsi que celle de rang 2 ne contient le prix pour l'article 4342 le plus élevé que dans 1 appel d'offres sur 19. Ces observations semblent donc aller dans le sens indiqué par notre raisonnement sur les ajustements des prix suite à l'application de la règle de proportionnalité. D'autre part, pour une soumission avec un rang élevé comme par exemple la soumission de rang 4, nous observons qu'elle contient le plus haut prix pour l'article 4342 dans 7 appels d'offres sur 19 alors qu'elle ne contient jamais le plus bas prix pour l'article 4342. Les observations du Tableau 6 sont donc elles aussi compatibles avec des ajustements de prix induits par la règle de proportionnalité tels que le prévoyait notre raisonnement.

Une autre prédiction de notre raisonnement relatif aux ajustements de prix induits par la règle de proportionnalité concerne le débalancement du prix des articles non sujets à la règle. Comme certains entrepreneurs vont être amenés à augmenter leur prix sur les articles non sujets à la règle de proportionnalité pour compenser les ajustements qu'ils font sur le prix des articles sujets à la règle alors que, pour d'autres entrepreneurs, l'application de la règle de proportionnalité va au contraire les inciter à ajuster à la baisse leur prix des articles non sujets à la règle, nous pouvons penser que la règle de proportionnalité risque de générer ou d'amplifier un débalancement des prix des articles non sujets à la règle.

Qu'en est-il d'un débalancement des prix de l'article 4342? Afin d'examiner la présence d'un phénomène de débalancement des prix de cet article, nous avons calculé, pour chacune des soumissions dans un appel d'offres, l'écart en pourcentage entre le prix de l'article 4342 de cette soumission et la moyenne du prix de l'article 4342 dans l'ensemble des soumissions de l'appel d'offres. Par exemple, les informations concernant l'appel d'offres relatif au contrat 1194 sont présentées au Tableau 7<sup>27</sup> de la page suivante. Nous pouvons voir dans ce tableau que l'écart entre le prix soumis dans la première soumission et le prix moyen de l'article 4342 dans l'ensemble des soumissions s'élève à 13,9%. De la même

<sup>27</sup> Le lecteur intéressé trouvera dans le Tableau A3-1 de l'Annexe 3 l'ensemble des écarts par rapport à la moyenne pour chacun des appels d'offres.

**Tableau 7: Écarts par rapport à la moyenne dans l'appel d'offres relatif au contrat 1194**

	Soumission 1	Soumission 2	Soumission 3	Soumission 4
Écart du prix de l'article 4342 par rapport à la moyenne	<b>13,9 %</b>	<b>-18,3 %</b>	-4,6 %	9 %

manière nous pouvons observer une deuxième soumission pour laquelle le prix soumis pour l'article 4342 est de 18,3% inférieur à la moyenne du prix soumis pour cet article dans l'ensemble des soumissions.

Il est alors possible d'aborder la mesure du débalancement de plusieurs manières. La mesure la plus simple est donnée par la différence entre l'écart par rapport à la moyenne minimal et l'écart par rapport à la moyenne maximal. Dans notre exemple de l'appel d'offres relatif au contrat 1194 présenté au Tableau 7, l'écart par rapport à la moyenne maximal est 13,9% tandis que l'écart par rapport à la moyenne minimal est -18,3%, ce qui conduit à une différence entre les deux égale à 32,2%. Cette différence indique que, dans l'appel d'offres 1194, la différence entre le plus bas prix de l'article 4342 et le plus haut prix pour cet article s'élève à 32,2% de la moyenne des prix soumis pour cet article dans cet appel d'offres. Plus cette différence est grande, plus grand est le débalancement. Nous avons donc calculé cette différence pour chacun des 19 appels d'offres considérés. Les ré-

**Tableau 8: Mesure du débalancement des prix de l'article 4342**

Numéro de contrat	1194	1202	1204	1218	1221	1226	1232	1233	1234	1241	1242	1243	1244	1249	1262	1263	1268	1269	1271
Différence (en %)	32	154	184	247	114	90	146	139	248	228	172	161	237	274	420	186	281	142	174

sultats sont présentés au Tableau 8.

Dans 17 de nos 19 appels d'offres considérés, nous pouvons observer que cette différence entre l'écart minimal et l'écart maximal dépasse 100% et est même supérieure à 200% dans 7 appels d'offres sur 19! Sur la base de cette mesure, nous observons donc un débalancement prononcé des prix de l'article 4342<sup>28</sup>, ce qui, encore une fois, concorde avec les implications que nous avons obtenues en analysant les ajustements d'un entrepreneur suite à l'introduction de la règle de proportionnalité.

Les ajustements que nous avons décrits jusqu'à présent sont ceux d'un entrepreneur qui, suite à l'introduction de la règle de proportionnalité, cherche à minimiser ses chances d'exclusion du fait de l'application de la règle. Les différentes observations relatives aux

<sup>28</sup> Nous ne pouvons pas comparer si un tel débalancement existait avant l'imposition de la règle de proportionnalité, car l'article 4342 n'était pas présent dans les appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005 dont nous disposons.

prix de l'articles 4342 permettent de penser que les entrepreneurs effectuent de tels ajustements. Toutefois, ce ne sont pas les seules manières de s'ajuster dont disposent les entrepreneurs. En effet, comme nous allons l'examiner maintenant, les entrepreneurs peuvent aussi s'ajuster de manière stratégique à l'introduction de la règle de proportionnalité.

## II.1.2 Comportements stratégiques et soumissions concertées

L'objectif d'un entrepreneur n'est pas de remporter l'appel d'offres à tout prix, mais bien déposer une soumission de sorte à maximiser son espérance de gain<sup>29</sup>, c'est-à-dire, sa probabilité de remporter l'appel d'offres multipliée par le gain qu'il réalisera s'il remporte l'appel d'offres. Connaissant ses couts, il est capable de mesurer le gain qu'il réalisera en incluant un certain montant global dans sa soumission, s'il remporte l'appel d'offres. Par contre, il fait face à des concurrents dont il ne connaît pas exactement les couts et dont il doit anticiper les stratégies que ceux-ci emploieront dans l'appel d'offres. Il doit donc évaluer comment le montant global de sa soumission affectera sa probabilité de gagner, étant données ses anticipations sur les montants globaux des soumissions de ses concurrents. La difficulté auquel fait donc face l'entrepreneur est qu'en augmentant le montant global de sa soumission, il diminue sa probabilité de remporter l'appel d'offres, mais augmente son gain lorsqu'il remporte l'appel d'offres. De même, s'il diminue le montant global de sa soumission, il augmente sa probabilité de remporter l'appel d'offres, mais diminue le gain qu'il réalisera en cas de victoire.

Cet arbitrage entre probabilité de gagner et gain en cas de victoire est au coeur du choix du montant global indiqué dans la soumission d'un entrepreneur que la règle de proportionnalité soit en application ou non. En effet, cet arbitrage provient du fait que l'entrepreneur qui remporte l'appel d'offres est celui qui a soumis le montant global le plus faible et la règle de proportionnalité ne modifie pas ce fait. Par contre, dans le cas où la règle de proportionnalité s'applique, la probabilité de remporter l'appel d'offres dépend non seulement du montant global de sa soumission vis-à-vis de ceux soumis par ses concurrents, mais aussi des prix unitaires des articles pour lesquels la règle s'applique.

Nous avons vu plus haut, à la sous-section II.1.1, comment un entrepreneur pouvait moduler ses prix unitaires pour se prémunir contre une exclusion tout en conservant un montant global soumis le plus proche possible de celui qu'il jugeait optimal lorsque la règle de proportionnalité ne s'appliquait pas. Cette attitude défensive peut cependant faire place assez rapidement à une attitude offensive. En effet, l'entrepreneur peut réaliser que ses concurrents font eux aussi face aux mêmes possibilités d'exclusion que lui. Il peut donc tenter de manipuler la moyenne des prix des articles sur lesquels la règle s'applique pour augmenter la probabilité d'exclusion de certains de ses concurrents et ainsi augmenter sa

---

<sup>29</sup> Ceci est une simplification fréquemment utilisée dans la littérature économique. De manière plus générale, un entrepreneur peut présenter de l'aversion au risque et décider des composantes de sa soumission en prenant en compte non seulement son espérance de gain, mais aussi son risque.

probabilité de remporter l'appel d'offres. Une telle stratégie implique que l'entrepreneur change son prix unitaire sur au moins un des articles sujets à l'application de la règle et compense ce changement par un ajustement en sens contraire des prix sur les articles non sujets à l'application de la règle. Si l'entrepreneur n'ajustait pas les prix des articles non sujets à la règle, la modification du prix des articles sur lesquels la règle s'applique conduirait à éloigner le montant global de sa soumission du montant global qu'il jugeait optimal.

Le problème avec cette stratégie est évidemment son efficacité, puisqu'il est très difficile pour un entrepreneur de manipuler la moyenne sans se faire exclure lui-même par l'application de la règle de proportionnalité. C'est évidemment le cas lorsque l'appel d'offres contient beaucoup de soumissionnaires, puisque l'impact d'une variation d'un seul prix sur la moyenne est faible. Par ailleurs, dans les appels d'offres qui contiennent relativement peu de soumissionnaires, une hausse du prix unitaire par un entrepreneur permet effectivement d'augmenter de manière significative la moyenne, mais élève aussi de manière significative la probabilité d'exclusion de cet entrepreneur. L'exemple le plus simple est celui d'un appel d'offres avec deux soumissionnaires, disons le soumissionnaire A et le soumissionnaire B. Si B cherche à exclure A en augmentant son prix unitaire sur un article sujet à l'application de la règle, il doit faire en sorte que le prix de A soit inférieur de plus de 25% à la moyenne. Pour B, la seule manière d'arriver à cela est de soumettre un prix unitaire qui sera supérieur de plus de 25% à la moyenne. L'application de la règle conduira donc à exclure aussi le soumissionnaire B<sup>30</sup>. Ce simple exemple montre que, dans le cas où il y a peu de soumissionnaires, soit l'utilisation d'une telle stratégie met à haut risque son utilisateur, soit cette stratégie est inefficace.

Cette discussion ne devrait toutefois pas nous amener à conclure que les tentatives de manipulation de la règle de proportionnalité sont vouées à l'échec. En effet, ce que ne peut faire un entrepreneur agissant seul, plusieurs entrepreneurs peuvent potentiellement le faire en agissant ensemble. Nous devons donc examiner les possibilités de soumissions concertées, c'est à dire, les possibilités de collusion entre entrepreneurs. Il faut noter immédiatement que la collusion entre entrepreneurs cherchera non seulement à utiliser les possibilités d'exclusion de la règle de proportionnalité, mais aussi à augmenter le montant global avec lequel un entrepreneur peut remporter l'appel d'offres.

La possibilité de collusion entre soumissionnaires existe dans la plupart des formats d'appel d'offres. La question que nous nous poserons est de savoir si la présence de la règle de proportionnalité favorise la présence de collusion. Pour ce faire, nous discuterons des impacts de la règle de proportionnalité à deux niveaux, à savoir, (i) les possibilités de former des coalitions collusives et (ii) les incitations des participants à une coalition à dévier d'un accord adopté par la coalition.

En l'absence de règle de proportionnalité, la collusion nécessite la formation d'une coali-

---

<sup>30</sup> Dans la pratique, comme les deux soumissionnaires sont exclus, la CSEM augmentera le pourcentage d'écart par rapport à la moyenne admissible, ce qui conduira à n'exclure aucune des soumissions.

tion qui contient l'ensemble des participants qui sont susceptibles de remporter l'appel d'offres, c'est à dire, l'ensemble des participants les plus concurrentiels. En effet, si la coalition ne contient pas, par exemple, l'entrepreneur qui possède le plus bas cout pour réaliser les travaux, le résultat de l'appel d'offres restera le même que celui prévalant avant la formation de la coalition: l'entrepreneur ayant le plus bas cout l'emporte<sup>31</sup>. Dans ce cas, toute entente de la coalition a peu ou pas d'incidence sur le résultat de l'appel d'offres et la formation d'une coalition est une stratégie inefficace. Par contre, si l'entrepreneur ayant les couts les plus bas fait partie de la coalition, une entente pourrait lui permettre de soumettre un montant global plus élevé. Toutefois, si l'entrepreneur avec le deuxième plus bas cout ne fait pas partie de la coalition, l'augmentation du montant global suite à l'entente sera limitée, puisque le montant global de l'entente ne peut dépasser celui qui sera soumis par l'entrepreneur avec le deuxième plus bas cout. Dans cette situation, la stratégie de collusion aura donc des gains très limités. Il suit de ceci qu'en l'absence de règle de proportionnalité, une coalition collusive devra, pour atteindre ses objectifs, contenir l'ensemble des entrepreneurs ayant les couts les plus bas.

Dans un appel d'offres réalisé avec la règle de proportionnalité, la collusion est plus facile à organiser du fait des possibilités d'exclusion. En effet, d'une part, les coalitions qui pouvaient se former lorsque la règle n'était pas appliquée continue à pouvoir se former lorsque la règle de proportionnalité s'applique et, d'autre part, des coalitions collusives qui ne contiennent pas les entrepreneurs avec les couts les plus bas pourront aussi se former et atteindre leurs objectifs. La dernière affirmation repose sur le fait que, si des entrepreneurs avec des couts de réaliser les travaux élevés forment une coalition collusive, ils peuvent décider d'augmenter leur prix unitaire sur un article sujet à l'application de la règle pour augmenter la moyenne des prix soumis pour cet article et ainsi augmenter la probabilité d'exclusion des entrepreneurs avec les couts les plus faibles. Ce faisant, la coalition augmente la probabilité qu'un de ses membres remporte l'appel d'offres. Cette stratégie de modification de la moyenne des prix soumis pour un article sujet à la règle est inefficace si appliquée par un seul entrepreneur, mais elle peut devenir une arme redoutable si elle est utilisée par un groupe suffisamment nombreux d'entrepreneurs<sup>32</sup>. Par ailleurs, les membres d'une telle coalition peuvent aussi convenir d'augmenter le montant global de leur soumission, puisqu'ils sont moins soumis à la concurrence des entrepreneurs avec les couts les plus faibles du fait d'une plus grande probabilité que la soumission de ces entrepreneurs

---

<sup>31</sup> En toute généralité, nous devrions plutôt dire que l'entrepreneur avec le cout le plus bas a une probabilité plus grande de remporter l'appel d'offres que les entrepreneurs qui ont des couts plus élevés. Cette probabilité est égale à 1 dans les contextes les plus simples et inférieure à 1 dans des contextes plus généraux.

<sup>32</sup> Il faut aussi noter que plus le nombre d'articles sujets à la règle de proportionnalité sera grand, plus il sera facile pour une coalition d'éliminer les entrepreneurs avec les couts les plus bas. En effet, comme il suffit que le prix unitaire soit inférieur à la moyenne des prix soumis de plus de 25% pour un seul des articles sujet à la règle pour être éliminé, plus le nombre d'articles sujets à la règle sera grand, plus la coalition aura de possibilités pour appliquer sa stratégie d'exclusion.

soient exclue. Nous voyons donc que l'impact de la règle de proportionnalité à ce niveau est de permettre à une grande diversité de coalitions de se former, ce qui ouvre la porte à la présence de collusion dans des appels d'offres où il aurait été difficile pour les participants de s'entendre pour former une coalition collusive.

La composition des coalitions a aussi un impact sur les incitations des membres de cette coalition à dévier des accords pris au sein de cette coalition. Comme un accord collusif est forcément de nature tacite (il n'est pas question de recourir aux tribunaux en cas de non respect de l'entente), il doit contenir, d'une part, une récompense en cas de respect de l'accord et, d'autre part, une punition en cas de non respect de l'accord<sup>33</sup>. La récompense consiste habituellement dans l'absence de concurrence pour l'obtention d'un appel d'offres dans le futur: chaque membre remportera un appel d'offres à son tour et obtiendra un gain plus grand que s'il remportait cet appel d'offre en absence de collusion, car les membres de la coalition lui permettront de remporter l'appel d'offres avec un montant global plus élevé<sup>34</sup>. D'autre part, la punition usuelle est simplement l'abandon de la collusion et le retour à la concurrence<sup>35</sup>.

La composition de la coalition collusive a une importance sur le respect des accords pris au sein de cette coalition. En effet, en absence de collusion, un entrepreneur avec des couts de réalisation des travaux faibles aura une probabilité élevée de remporter l'appel d'offres et un gain substantiel lorsqu'il remporte l'appel d'offres, tandis qu'un entrepreneur avec des couts élevés aura une faible probabilité de remporter un appel d'offres et un gain peu élevé lorsqu'il remporte l'appel d'offres. Ceci implique immédiatement que la punition subie par un entrepreneur avec des couts faibles qui contrevient à l'accord de la coalition sera bien moindre que celle subie par un entrepreneur avec des couts élevés. D'autre part, lorsqu'un membre de la coalition contrevient à l'accord en soumettant un montant global moins élevé que celui qui a été prévu pour le soumissionnaire désigné, le gain qui est réalisé par le contrevenant est bien plus élevé s'il s'agit d'un entrepreneur avec des couts faibles que s'il s'agit d'un entrepreneur avec des couts élevés. L'incitation à contrevenir à l'accord de la coalition collusive est donc beaucoup plus importante pour un entrepreneur

---

<sup>33</sup> Notons que, dans le présent contexte, le non respect de l'accord est immédiatement observé par la coalition puisque la CSEM publie sur SEAO l'identité des différents soumissionnaires ainsi que le montant global de la soumission des différents soumissionnaires. De plus, l'ensemble des prix unitaires est lui aussi révélé par la CSEM lors de l'ouverture des soumissions, ce qui permet aux membres d'une coalition de vérifier aisément si chacun a respecté les termes de l'accord. Ce qui apparaît comme un souci de « transparence » de la part de la CSEM est en fait un « facilitateur » de collusion.

<sup>34</sup> Le caractère répétitif des appels d'offres de la CSEM est un élément qui permet à ce type de récompense d'être mis en oeuvre. Toutefois, d'autres possibilités de récompense existent comme le partage des bénéfices du contrat en utilisant la sous-traitance ou la location de matériel.

<sup>35</sup> De nouveau, d'autres possibilités existent comme la poursuite de la collusion, mais avec l'agrément du contrevenant à l'accord collusif de ne pas remporter d'appel d'offres durant une certaine période.

à couts faibles que celle d'un entrepreneur à couts élevés. Il s'ensuit qu'une coalition qui contient les entrepreneurs dont les couts sont les moins élevés est évidemment plus sujette à des déviations par ses membres qu'une coalition formée notamment d'entrepreneurs à couts élevés. Comme l'application de la règle de proportionnalité permet la formation de coalitions contenant notamment des entrepreneurs à couts élevés, la règle permet donc l'émergence de coalitions pour lesquelles les accords sont plus faciles à faire respecter. Ces coalitions seront donc plus faciles à créer et plus stables. L'introduction de la règle de proportionnalité peut donc conduire à une hausse notable du montant global de la soumission gagnante, c'est à dire, du montant payé par la CSEM pour les travaux.

En résumé, nos discussions conduisent à penser que la collusion entre entrepreneurs sera facilitée par l'introduction de la règle de proportionnalité. Cette conclusion ne signifie en aucun cas que l'introduction de la règle conduit nécessairement à la présence de collusion ou qu'il n'y avait pas de collusion avant l'introduction de cette règle. Tout ce que notre analyse montre est que la règle de proportionnalité est un agent facilitateur de la collusion.

## II.2 En présence d'écart entre les quantités estimées et les quantités utilisées

Nous allons maintenant considérer les situations où la quantité estimée par la CSEM pour les différents articles de l'appel d'offres peut différer de la quantité utilisée par l'adjudicataire pour ces mêmes articles. Notons immédiatement que ces situations possèdent une caractéristique évidente, mais qu'il est très important d'identifier au départ de l'analyse, à savoir, que l'entrepreneur est sélectionné sur la base des quantités estimées par la CSEM et n'est rémunéré que sur la base des quantités utilisées.

Les écarts potentiels entre quantités estimées par la CSEM et quantités utilisées vont conduire chaque entrepreneur à, d'une part, anticiper les quantités qu'il utilisera s'il remporte l'appel d'offres et, d'autre part, optimiser les prix unitaires qui composeront sa soumission. Cette optimisation des prix unitaires génèrera ce que nous appellerons un *phénomène d'obliquité*. Comme la compréhension de ce phénomène est essentielle à la compréhension de l'impact de l'introduction de la règle de proportionnalité sur les résultats de l'appel d'offres, nous l'étudierons en détail dans la première sous-section de cette section.

La présence d'écarts potentiels entre quantités estimées par la CSEM et quantités utilisées permettent aussi l'apparition d'un autre phénomène que nous appellerons le *phénomène de reclassement*. Ce phénomène consiste à observer que l'entrepreneur qui a remporté l'appel d'offres n'est pas celui qui aurait obtenu le contrat si l'évaluation des soumissions avait été basée sur les quantités utilisées plutôt que sur les quantités estimées par la CSEM. L'observation d'un reclassement fait donc penser que la CSEM aurait pu faire réaliser les travaux prévus au contrat par un autre entrepreneur à un cout moindre. Comme la diminution de la fréquence d'apparition de ce phénomène est un des objectifs de l'introduction de la règle de proportionnalité, nous consacrerons la deuxième sous-section de

cette section à son analyse.

Nous terminerons cette section en examinant les ajustements que les entrepreneurs sont susceptibles de faire suite à l'application de la règle de proportionnalité sur certains articles de l'appel d'offres. Cette analyse nous permettra, d'une part, de comprendre comment la présence d'écarts potentiels entre les quantités estimées par la CSEM et les quantités utilisées par l'adjudicataire affecte les conclusions obtenues dans la section II.1 et, d'autre part, d'évaluer la pertinence d'introduire une telle règle dans les appels d'offres de la CSEM.

Avant de commencer à examiner ces problématiques, il est intéressant de se faire une idée sur l'importance des écarts entre les quantités estimées par la CSEM et les quantités utilisées par l'adjudicataire. Pour ce faire, nous utiliserons deux indicateurs. Le premier est la proportion d'articles qui ne sont pas utilisés lors de la réalisation des travaux. Évidemment, lorsqu'un article qui entrait dans le calcul du montant global de la soumission n'est pas utilisé, nous obtenons un écart entre la quantité utilisée et la quantité estimée en pourcentage de la quantité estimée de -100%. D'autre part, nous pouvons calculer les écarts entre la quantité utilisée et la quantité estimée, en pourcentage de la quantité utilisée, pour les différents articles d'un appel d'offres<sup>36</sup>. Nous ne pouvons pas effectuer directement une moyenne de ces écarts pour construire un indicateur d'écart entre les quantités utilisées et les quantités estimées dans un appel d'offres. En effet, les écarts négatifs compenseront les écarts positifs, de sorte qu'une moyenne des écarts faibles ne signifiera pas automatiquement que les écarts entre quantités utilisées et quantités estimées sont faibles pour les différents articles dans l'appel d'offres. Nous contournerons ce problème en considérant la valeur absolue de l'écart en pourcentage entre la quantité utilisée et la quantité estimée pour chaque article d'un appel d'offres. Nous pouvons ensuite prendre la moyenne de ces écarts en valeur absolue pour avoir une idée de l'importance des écarts dans un appel d'offres donné. Le Tableau 9 de la page suivante présente les observations pour les appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005, tandis que celles relatives aux appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013 sont présentées dans le Tableau 10 de la page 30.

Comme nous pouvons le remarquer les écarts entre quantités utilisées et quantités estimées sont très importants aussi bien dans les appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005 que dans les appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013. La proportion des articles inutilisés dans un appel d'offres est elle aussi impressionnante, puisqu'en moyenne, plus d'un article sur cinq ne sera pas utilisé. Afin de répondre aux appels d'offres de manière appropriée, les entrepreneurs devront donc anticiper les quantités qui seront effectivement nécessaires pour réaliser les travaux prévus à l'appel d'offres et, vu les écarts importants qu'il peut y avoir, ce ne semble pas être une tâche facile.

Pour information, nous présentons aussi dans les Tableau 9 et 10 la valeur monétaire des

---

<sup>36</sup> Cet écart ne peut évidemment être calculé qu'à partir des données de la soumission gagnante. En effet, nous ne disposons des quantités utilisées que pour la soumission gagnante, puisque c'est la seule à s'être matérialisée.

articles évaluée à l'aide des prix estimés par la CSEM ainsi que cette valeur monétaire exprimée en pourcentage du montant total prévu par la CSEM.

**Tableau 9: Quantités utilisées vs Quantités estimées dans les appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005**

Numéro d'appel d'offres	Écart absolu moyen	Articles inutilisés			Numéro d'appel d'offres	Écart absolu moyen	Articles inutilisés		
		Proportion	Valeur monétaire	Valeur monétaire en %			Proportion	Valeur monétaire	Valeur monétaire en %
902	116 %	29 %	45 086 \$	20 %	964	60 %	24 %	117 942 \$	13 %
903	52 %	30 %	29 572 \$	8 %	966	90 %	23 %	13 812 \$	5 %
922	76 %	23 %	50 744 \$	3 %	971	91 %	21 %	22 769 \$	1 %
923	113 %	17 %	336 259 \$	37 %	974	68 %	25 %	82 740 \$	16 %
936	51 %	20 %	8 415 \$	2 %	976	62 %	15 %	53 812 \$	2 %
937	68 %	18 %	45 402 \$	6 %	977	55 %	12 %	59 639 \$	3 %
943	89 %	14 %	28 655 \$	4 %	978	63 %	18 %	70 563 \$	4 %
944	66 %	20 %	358 724 \$	36 %	979	73 %	15 %	40 716 \$	2 %
946	108 %	14 %	229 745 \$	12 %	982	66 %	25 %	58 840 \$	18 %
948	76 %	13 %	13 714 \$	1 %	984	61 %	19 %	29 664 \$	2 %
949	88 %	28 %	100 145 \$	8 %	994	54 %	21 %	86 529 \$	8 %
954	81 %	25 %	136 369 \$	16 %	997	76 %	19 %	21 445 \$	3 %
957	61 %	12 %	13 229 \$	1 %	1013	130 %	36 %	44 357 \$	9 %
959	88 %	42 %	375 072 \$	41 %	1021	151 %	20 %	119 107 \$	10 %
963	96 %	28 %	66 519 \$	13 %	1022	41 %	17 %	95 669 \$	16 %
Moyenne des écarts absolus moyens			79 %						
Proportion moyenne d'articles inutilisés			21 %						
Moyenne des valeurs monétaires en % du total prévu par la CSEM			11 %						

**Tableau 10: Quantités utilisées vs Quantités estimées dans les appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013**

Numéro d'appel d'offres	Écart absolu moyen	Articles inutilisés			Numéro d'appel d'offres	Écart absolu moyen	Articles inutilisés		
		Proportion	Valeur monétaire	Valeur monétaire en %			Proportion	Valeur monétaire	Valeur monétaire en %
1194	57 %	20 %	67 964 \$	13 %	1232	159 %	21 %	57 132 \$	6 %
1197	59 %	22 %	29 363 \$	3 %	1233	66 %	19 %	36 977 \$	5 %
1202	63 %	35 %	174 190 \$	15 %	1234	50 %	29 %	47 168 \$	6 %
1203	74 %	22 %	94 832 \$	8 %	1241	81 %	14 %	262 778 \$	21 %
1204	66 %	25 %	119 628 \$	8 %	1242	86 %	10 %	307 783 \$	19 %
1207	71 %	33 %	397 100 \$	25 %	1243	63 %	20 %	73 316 \$	8 %
1209	292 %	43 %	61 789 \$	4 %	1244	319 %	13 %	32 036 \$	4 %
1211	109 %	10 %	12 306 \$	1 %	1249	105 %	26 %	20 399 \$	3 %
1214	72 %	21 %	111 664 \$	10 %	1253	77 %	26 %	96 482 \$	11 %
1218	122 %	43 %	44 590 \$	5 %	1258	55 %	25 %	76 952 \$	20 %
1221	57 %	22 %	42 047 \$	1 %	1261	292 %	43 %	167 943 \$	20 %
1222	66 %	26 %	89 528 \$	3 %	1262	89 %	39 %	66 721 \$	14 %
1223	56 %	27 %	51 602 \$	1 %	1263	57 %	24 %	90 064 \$	7 %
1224	49 %	14 %	191 821 \$	10 %	1268	45 %	8 %	8 564 \$	1 %
1226	72 %	29 %	59 320 \$	6 %	1269	213 %	13 %	32 267 \$	7 %
1228	66 %	15 %	60 130 \$	4 %	1271	58 %	17 %	33 104 \$	7 %
1231	61 %	9 %	58 100 \$	2 %					
Moyenne des écarts absolus moyens			98 %						
Proportion moyenne d'articles inutilisés			23 %						
Moyenne des valeurs monétaires en % du total prévu par la CSEM			8 %						

## II.2.1 Le phénomène d’obliquité

En présence d’écarts potentiels entre la quantité estimée par la CSEM pour les différents articles de l’appel d’offres et la quantité utilisée par l’adjudicataire pour ces articles, chaque entrepreneur doit former ses propres anticipations relatives à la quantité des différents articles qu’il utilisera advenant qu’il remporte l’appel d’offres. Ces anticipations sont formées à partir des quantités anticipées par la CSEM, de ses propres observations sur les travaux à réaliser, sur son expérience et tout autre facteur qui pourrait lui sembler utile.

Une fois ses anticipations établies, l’entrepreneur peut alors établir le montant global et le prix unitaire des différents articles qu’il spécifiera dans sa soumission. Nous allons commencer par examiner la détermination des prix unitaires pour un montant global donné et nous tournerons ensuite vers le choix d’un montant global pour la soumission.

Considérons, comme à la section précédente, un appel d’offres avec deux articles dont les caractéristiques sont données dans le Tableau 11. La quantité estimée par la CSEM est de 20 pour le premier article alors qu’elle s’élève à 10 pour le deuxième article. Par contre, les

**Tableau 11: phénomène d’obliquité à montant global donné**

Article	Quantité estimée par la CSEM	Quantité anticipée par l’entrepreneur	Cout unitaire	Soumission A	Soumission B	Soumission C	Soumission D
1	20	18	8	10	11	12,5	9
2	10	2	4	5	3	0	7
				Montant global: 250	Montant global: 250	Montant global: 250	Montant global: 250
				Profit anticipé: 38	Profit anticipé: 52	Profit anticipé: 73	Profit anticipé: 24

quantités anticipées par l’entrepreneur sont respectivement de 18 et 2 pour le premier et deuxième article.

La soumission A reprend la manière de soumissionner de la section précédente. Cette soumission est construite en appliquant la même marge de 25% sur le cout unitaire de chacun des articles et ne présente donc pas de phénomène d’obliquité. Le montant global de cette soumission est de 250 et l’entrepreneur peut anticiper que le profit qu’il réalisera s’il remporte l’appel d’offres s’élèvera à 38 (la différence entre une recette anticipée de 190 et un cout total anticipé de 152).

Si nous considérons ensuite la Soumission B, nous voyons que l’entrepreneur augmente le prix du premier article et diminue le prix du deuxième article, ce qui conduit au même montant global de 250 pour la soumission. L’entrepreneur applique donc une marge plus élevée sur le premier article (37,5%) que sur le second article (-25%). C’est ce qui con-

stitue le phénomène d'obliquité. L'utilisation de l'obliquité permet à l'entrepreneur de soumettre une soumission avec un profit anticipé de 52 (la différence entre une recette anticipée de 204 et un cout total anticipé de 152) tout en maintenant à 250 le montant global de la soumission. L'obliquité permet donc à l'entrepreneur d'augmenter son profit anticipé tout conservant les mêmes chances de remporter l'appel d'offre, puisque celles-ci ne dépendent que du montant global de la soumission. Toutefois, l'entrepreneur pourrait encore accroître son profit anticipé en augmentant le prix du premier article et en diminuant le prix du deuxième article. Nous arrivons alors à la Soumission C qui, pour un montant global de la soumission égal à 250, permet à l'entrepreneur d'obtenir le plus grand profit anticipé (73). Cette soumission est aussi celle qui présente la plus grande obliquité.

Avant de continuer notre démarche, nous devons poser la question à savoir si une diminution du prix du premier article et une augmentation du prix du deuxième article pourrait aussi conduire à augmenter le profit anticipé de l'entrepreneur. Comme le montre clairement la Soumission D du Tableau 11, la réponse à cette question est négative. Ceci nous indique que, pour des quantités estimées par la CSEM et des quantités anticipées par l'entrepreneur, il n'existe qu'une seule soumission qui maximise le profit anticipé de l'entrepreneur pour un montant global donné de la soumission. Dans cette soumission, il est facile de vérifier que seul le prix de l'article qui est associé avec le ratio (quantité anticipée par l'entrepreneur/quantité estimée par la CSEM) le plus élevé est strictement positif et égal au montant global de la soumission divisé par la quantité estimée par la CSEM pour cet article. Pour tous les autres articles, le prix unitaire soumis est nul. Dans notre exemple du Tableau 11, le ratio (quantité anticipée par l'entrepreneur/quantité estimée par la CSEM) est de 0,9 pour le premier article et de 0,2 pour le deuxième article. La soumission qui permet à l'entrepreneur d'obtenir le profit anticipé le plus élevé dans une soumission dont le montant global s'élève à 250 est donc celle qui spécifie un prix du premier article égal à  $250/20$  et un prix du deuxième article égal à 0.

Selon ce raisonnement, la maximisation du profit anticipé conduit l'entrepreneur à soumettre une soumission présentant une obliquité extrême. Ce n'est toutefois pas ce à quoi nous pouvons nous attendre dans la réalité. En effet, nous avons omis de notre analyse les aspects de risque en supposant implicitement que l'entrepreneur considère que les quantités qu'il anticipe sont aussi celles qu'il devra effectivement utiliser s'il remporte l'appel d'offres. Cette supposition n'est évidemment pas réaliste. Pour comprendre comment le risque et l'attitude de l'entrepreneur face au risque affecte l'obliquité de sa soumission, nous allons examiner une situation extrêmement simple dans laquelle l'entrepreneur accorde une probabilité 1/2 au fait que les quantités utilisées seront celles estimées par la CSEM et une probabilité 1/2 au fait que les quantités utilisées seront celles présentées dans la troisième colonne du Tableau 12 de la page suivante. Ce tableau présente le profit espéré pour différentes soumissions ainsi que le risque associé à ces soumissions tel que mesuré par la variance du profit.

Le choix de l'entrepreneur entre les différentes soumissions prendra en compte d'un côté l'espérance de son profit et de l'autre côté la variance de son profit qui mesure son risque.

Tableau 12: Risque et obliquité pour un montant global des soumissions égal à 250

Article	Quantité estimée par la CSEM	Quantité alternative	Cout unitaire	Soumission A	Soumission B	Soumission C	Soumission D
1	20	18	8	10	11	11,5	12,5
2	10	2	4	5	3	2	0
				Profit espéré: 44	Profit espéré: 51	Profit espéré: 54,5	Profit espéré: 61,5
				Variance: 36	Variance: 1	Variance: 20,25	Variance: 132,25

Évidemment, lorsque l'entrepreneur est sujet à de l'aversion au risque, il préfère les soumissions qui donnent l'espérance de profit la plus élevée pour un niveau de risque donné et la variance du profit la plus faible pour un niveau d'espérance de profit donné. Il éliminera donc immédiatement la Soumission A puisque cette soumission présente une espérance de profit plus faible et une variance de profit plus élevée que celles qui caractérisent la Soumission B (44 vs 51 pour l'espérance et 36 vs 1 pour la variance).

Par contre, nous ne pouvons déterminer a priori laquelle des soumissions B, C, ou D sera choisie par l'entrepreneur. Le choix qu'il fera dépendra de son niveau d'aversion au risque. Un entrepreneur avec une forte tolérance au risque choisira possiblement la Soumission D, alors qu'un entrepreneur avec une très forte aversion au risque choisira plutôt la Soumission B. La Soumission C sera quant à elle choisie par un entrepreneur qui est relativement tolérant vis-à-vis du risque.

Évidemment, chaque entrepreneur créera la soumission qui convient le mieux à ses préférences. Ce que cet exemple indique de la manière la plus simple possible est que, pour un montant global donné, chacun des entrepreneurs choisira un niveau d'obliquité qui correspondra à son aversion vis-à-vis du risque et qui reflètera aussi ses anticipations.

Il nous faut maintenant franchir une dernière étape pour comprendre les éléments sous-jacents au niveau d'obliquité présent dans une soumission, à savoir, la détermination du montant global de la soumission. Jusqu'à présent, nous avons pris le montant global de la soumission comme une donnée et nous avons établi que, pour chaque niveau du montant global d'une soumission, l'entrepreneur choisit un niveau d'obliquité qui reflète ses préférences et ses anticipations. Toutefois, la possibilité d'utiliser l'obliquité va généralement conduire l'entrepreneur à choisir un montant global différent de celui qu'il aurait choisi en l'absence d'obliquité. Autrement dit, le montant global de la soumission choisi par l'entrepreneur dépend des possibilités d'obliquité.

Pour comprendre ce dernier point, nous allons supposer que l'entrepreneur aurait choisi la Soumission C du Tableau 12 pour un montant global de 250. Cette soumission est re-

portée dans le Tableau 13. Le Tableau 13 contient aussi la Soumission A du Tableau 12, qui donne la soumission que l'entrepreneur aurait faite en l'absence d'obliquité pour un montant global de 250. Examinons maintenant la Soumission B du Tableau 13. La Soumis-

**Tableau 13: Obliquité et choix du montant global de la soumission**

Article	Quantité estimée par la CSEM	Quantité alternative	Cout unitaire	Soumission A	Soumission B	Soumission C
1	20	18	8	10	11,27	11,5
2	10	2	4	5	1,96	2
				Montant global: 250	<b>Montant global: 245</b>	Montant global: 250
				Profit espéré: 44	<b>Profit espéré: 49,89</b>	Profit espéré: 54,5
				Variance: 36	<b>Variance: 23,9</b>	Variance: 20,25

sion B est construite en diminuant de 2% le prix unitaire pour chacun des articles contenus dans la Soumission C, ce qui conduit à un montant global de la soumission égal à 245. Avec ces nouveaux prix, l'espérance de profit de cette soumission est égal à 49,89 tandis que la variance s'élève à 23.9.

Quels sont les avantages de la Soumission B? Par rapport à la Soumission A, nous voyons que cette soumission permet d'obtenir un profit espéré supérieur, une variance inférieure ainsi qu'une plus grande probabilité de remporter l'appel d'offres puisque le montant global de la soumission est plus faible dans la Soumission B que celui de la Soumission A. Il est donc évident que la Soumission B sera préférée à la Soumission A. Par rapport à la Soumission C, la Soumission B génère un profit espéré plus faible, une variance plus élevée et une probabilité de remporter l'appel d'offres plus élevée<sup>37</sup>.

Un entrepreneur choisira la Soumission B s'il juge que la diminution dans le montant global permet d'augmenter suffisamment ses chances de remporter l'appel d'offres de sorte à compenser la baisse de profit espéré et la hausse de la variance qui accompagnent le choix de la Soumission B par rapport à la Soumission C. De manière générale, il est possible de démontrer que l'entrepreneur utilisera effectivement l'obliquité pour réduire le montant global de sa soumission du fait d'une corrélation négative entre le profit espéré et le montant global soumis. En effet, plus le profit espéré est grand, plus l'entrepreneur désire remporter l'appel d'offres, ce qui implique que plus le profit espéré est grand, plus l'entrepreneur est prêt à diminuer le montant global de la soumission pour augmenter ses chances de remporter l'appel d'offres.

Cette analyse permet donc de conclure que le prix unitaire de chaque article ainsi que le

<sup>37</sup> Le montant global de la Soumission B est inférieur à celui de la Soumission C.

montant global de la soumission vont dépendre de l'attitude de l'entrepreneur face au risque, des anticipations de l'entrepreneur, de ses couts de fournir les différents articles ainsi que de la concurrence qu'il perçoit (concurrence qui détermine la relation entre le montant global de sa soumission et ses chances de remporter l'appel d'offres). Dans ce contexte, il est illusoire de penser que les prix unitaires reflètent uniquement les couts des différents entrepreneurs, tout comme il est illusoire de penser que le montant global de la soumission d'un entrepreneur reflète uniquement son cout total de fournir l'ensemble des articles prévu dans l'appel d'offres.

Nous terminerons notre discussion de l'obliquité avec deux remarques. La première remarque concerne le risque que la CSEM subit. Il faut en effet noter que chaque entrepreneur optimise sa soumission sur la base de ses anticipations et de son aversion au risque. Toutefois, une espérance de profit élevé correspond à un montant payé par la CSEM élevé alors qu'une espérance de profit faible correspond aussi à un montant payé par la CSEM faible. L'utilisation, par l'entrepreneur, de l'obliquité pour optimiser sa soumission le conduit à générer un risque de payer un montant élevé au niveau de la CSEM.

La deuxième remarque concerne l'attitude de l'adjudicataire lors de l'exécution du contrat. L'espérance de profit sur laquelle l'adjudicataire s'est basé pour établir le montant global de sa soumission, et ainsi remporter l'appel d'offres, repose sur ses anticipations de la quantité utilisée pour chaque article ainsi que sur son niveau d'obliquité utilisé. Il faut dès lors s'attendre, lors de l'exécution de travaux, à ce que l'entrepreneur cherche à faire correspondre les quantités réellement utilisées aux quantités anticipées. Ceci peut mener à des situations conflictuelles entre la CSEM et l'adjudicataire lors de l'exécution des contrats.

Nous pouvons maintenant nous tourner vers l'examen du phénomène de reclassement.

## II.2.2 Le phénomène de reclassement

Lorsque les quantités estimées par la CSEM et les quantités effectivement utilisées par l'adjudicataire lors de la réalisation du contrat diffèrent, il est possible de comparer le classement des soumissions qui a été obtenu sur la base des quantités estimées par la CSEM et le classement des soumissions qui aurait été obtenu s'il avait été établi sur la base des quantités effectivement utilisées. Nous parlerons de reclassement lorsque la soumission classée première sur la base des quantités estimées par la CSEM n'est pas classée première sur la base des quantités effectivement utilisées. Le problème que la CSEM voit dans le reclassement est qu'un tel reclassement indique qu'elle aurait pu faire exécuter les travaux à un moindre cout si l'entrepreneur avait été choisi sur la base des quantités effectivement utilisées. Autrement dit, l'apparition d'un reclassement s'accompagne inévitablement d'un « sur-cout<sup>38</sup> ».

---

<sup>38</sup> Le calcul du sur-cout ne prend en compte que les quantités utilisées des articles présents dans l'appel d'offres. La prise en compte de l'ajout d'articles durant l'exécution du contrat ne modifierait pas le résultat. Le prix de ceux-ci devrait être le même pour tous les entrepreneurs.

Parmi les 30 appels d'offres réalisés durant la période 2000 à 2005 dont nous disposons, un reclassement apparaît dans 9 d'entre eux et le total des sur-couts associés à ces reclassements s'élève à 201 500\$, ce qui correspond à 0,7% du montant total payé par la CSEM pour l'exécution de ces 30 contrats. D'autre part, parmi les 33 appels d'offres réalisés durant la période 2011 à 2013, un reclassement apparaît dans 5 d'entre eux et le total des sur-couts associés à ces reclassement s'élève à 129 700\$, ce qui représente 0,36% du montant total payé par la CSEM pour la réalisation des travaux spécifiés dans ces 33 appels d'offres<sup>39</sup>.

Comme la règle de proportionnalité était appliquée dans les 33 appels d'offres réalisés durant la période 2011 à 2013 et ne s'appliquait pas pour les 30 appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005, nous pourrions être tenté de penser que l'application de cette règle a réduit la fréquence d'apparition des reclassements ainsi que les sur-couts associés à ces reclassement. Il nous faut toutefois être prudent en tirant une telle conclusion, car le nombre de participants est relativement plus grand dans les appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005 (5,9 entrepreneurs en moyenne) que dans les appels d'offres réalisés après 2011 (4,8 entrepreneurs en moyenne) et le nombre de participants à l'appel d'offres pourrait avoir un impact sur la fréquence des reclassements ainsi que sur le niveau des sur-couts en cas de reclassement<sup>40</sup>. De plus, pour pouvoir affirmer que la règle de proportionnalité est effectivement la cause de la diminution de la fréquence d'apparition des reclassements observée dans les appels d'offres dont nous disposons, il faut dépasser les simples observations factuelles et établir le(s) mécanisme(s) par le(s)quel(s) l'application de la règle de proportionnalité affecte la fréquence des reclassements. C'est ce sur quoi nous allons nous pencher dans les prochains paragraphes.

Une raison qui pourrait servir à établir un lien entre la règle de proportionnalité et la fréquence de reclassement est, comme analysé précédemment, que la règle de proportionnalité réduit le débalancement des prix pour les articles sujets à la règle. Pour illustrer cet impact, commençons par considérer l'exemple donné dans le Tableau 14 de la page suivante. Nous avons deux entrepreneurs qui ont chacun soumis un prix unitaire pour chacun des deux articles. Nous pouvons observer que chacun de ces prix unitaires diffèrent d'au moins 15%, ce qui reflète un débalancement. Sur la base des quantités estimées, le montant global de la soumission de l'entrepreneur A (2025) est inférieur à celui de la soumission de l'entrepreneur B (2100). L'écart qui sépare le montant global de ces deux soumissions s'élève à 75, ce qui correspond à 3,7% du montant global de la soumission de

---

<sup>39</sup> Il faut toutefois mentionner que, dans 2 de ces 33 appels d'offres, un seul entrepreneur avait remis une soumission. Évidemment, dans ces deux appels d'offres, il était impossible qu'un reclassement puisse apparaître.

<sup>40</sup> Nous pouvons en effet raisonnablement penser que plus le nombre de participants à l'appel d'offres est grand, plus l'écart entre le montant global de deux soumissions sera faible en moyenne. Or, une réduction de l'écart entre le montant global de la soumission la plus basse et celui de la deuxième plus basse soumission pourrait être associée avec une plus grande probabilité de reclassement.

Tableau 14: Débalancement et reclassement

Article	Quantité estimée par la CSEM	Quantité utilisée par l'adjudicataire	Soumission de l'entrepreneur A	Soumission de l'entrepreneur B
1	10	13	100	85
2	25	21	41	50
			Montant global sur la base des quantités <b>estimées: 2025</b>	Montant global sur la base des quantités <b>estimées: 2100</b>
			Montant global sur la base des quantités <b>utilisées: 2161</b>	Montant global sur la base des quantités <b>utilisées: 2155</b>

l'entrepreneur A.

Sur la base des quantités utilisées par l'adjudicataire, un reclassement se produit puisque le montant global de la soumission de l'entrepreneur B (2155) devient inférieur au montant global de la soumission de l'entrepreneur A (2161). Ceci se produit du fait que la quantité utilisée de l'article 1 est supérieure à celle estimée par la CSEM et l'article 1 est celui pour lequel l'entrepreneur B a soumis le plus bas prix, tandis qu'au contraire la quantité utilisée de l'article 2 est inférieure à celle estimée par la CSEM et que l'article 2 est celui pour lequel l'entrepreneur A a soumis le plus bas prix. Le passage des quantités estimées aux quantités utilisées diminue donc l'avantage que possédait la soumission de l'entrepreneur A et augmente l'avantage que possédait la soumission de l'entrepreneur B, ce qui conduit au reclassement.

Il semble dès lors assez naturel de penser qu'une réduction dans la différence entre les prix unitaires soumis, autrement dit, une réduction du débalancement des prix diminuerait les

Tableau 15: Réduction du débalancement et reclassement

Article	Quantité estimée par la CSEM	Quantité utilisée par l'adjudicataire	Soumission de l'entrepreneur A	Soumission de l'entrepreneur B
1	10	13	100	98
2	25	21	49	50
			Montant global sur la base des quantités <b>estimées: 2225</b>	Montant global sur la base des quantités <b>estimées: 2230</b>
			Montant global sur la base des quantités <b>utilisées: 2329</b>	Montant global sur la base des quantités <b>utilisées: 2324</b>

chances d'observer un reclassement. Pourtant, tel n'est pas le cas. Considérons en effet l'exemple donné au Tableau 15 de la page précédente. Dans cet exemple, les différences entre les prix unitaires ont été réduites à 2%. La soumission de l'entrepreneur A continue à contenir le montant global le plus faible sur la base des quantités estimées (2225 vs 2230). Toutefois, la différence entre le montant global de ces deux soumissions s'élève à 0,2%. Une réduction du débalancement, toutes autres choses restant égales par ailleurs, réduira aussi la différence entre le montant global des deux soumissions calculé sur la base des quantités estimées.

Considérons maintenant ce qu'il advient du classement lorsque celui-ci est basé sur les quantités utilisées plutôt que sur les quantités estimées. Nous pouvons immédiatement constater qu'un reclassement apparaît, puisque le montant global de la soumission de l'entrepreneur B calculé sur la base des quantités utilisées (2324) est inférieur au montant global de la soumission de l'entrepreneur A calculé sur la base des quantités utilisées (2329). Cet exemple montre clairement que, toutes autres choses restant égales par ailleurs, une réduction du débalancement des prix n'empêche pas automatiquement l'apparition d'un reclassement.

Cet exemple ne peut toutefois pas nous renseigner sur l'impact d'une réduction du débalancement des prix unitaires sur la *fréquence d'apparition* des reclassements. Nous présentons dans l'Annexe 1 une analyse plus formelle de la relation entre le débalancement des prix unitaires et les reclassements. La première conclusion de cette analyse est que l'impact sur la fréquence d'apparition des reclassements d'une réduction du débalancement des prix unitaires est indéterminé même si cette réduction du débalancement concerne l'ensemble des articles contenus dans l'appel d'offres. La deuxième conclusion de cette analyse est qu'une réduction du débalancement des prix sur tous les articles a un effet indéterminé sur le sur-cout du à un reclassement. Ceci nous amène à penser que, si nous nous limitons à l'effet de l'application de la règle de proportionnalité sur le débalancement des prix unitaires, l'application de la règle de proportionnalité n'entraîne pas automatiquement une diminution de la fréquence avec laquelle un reclassement apparaît et ne réduit pas automatiquement le sur-cout du à un reclassement.

Le débalancement des prix n'est pas le seul phénomène qui joue un rôle dans l'apparition d'un reclassement. L'obliquité, que nous avons examinée à la sous-section précédente, joue elle aussi un rôle. La manière la plus simple pour comprendre la possible incidence de l'obliquité sur la fréquence de reclassement est de supposer que tous les entrepreneurs ont le même cout de fournir les différents articles de l'appel d'offres. En l'absence d'obliquité, les entrepreneurs fixent le prix unitaire des différents articles en majorant le cout d'une marge qui est identique d'un article à l'autre. Dans ces conditions, l'entrepreneur qui remporte l'appel d'offres est celui qui applique la plus faible marge. Cet entrepreneur sera donc aussi celui qui fixe le prix unitaire le plus faible pour chacun des articles, ce qui implique immédiatement qu'aucun reclassement ne pourra apparaître.

Nous avons établi, dans la sous-section précédente, que l'entrepreneur utilisera l'obliquité

et choisira d'appliquer des marges différentes selon les articles afin d'optimiser sa soumission sur la base de ses anticipations et de son aversion au risque, notamment. Puisque chaque entrepreneur utilise l'obliquité et que les anticipations ainsi que l'aversion au risque de ces entrepreneurs sont probablement différentes, l'entrepreneur qui remporte l'appel d'offres ne sera plus nécessairement celui qui soumet le prix le plus bas sur chacun des articles. L'utilisation de l'obliquité rend donc possible l'apparition d'un reclassement même si les entrepreneurs ont des coûts identiques.

Toutes autres choses égales par ailleurs, plus le nombre d'articles pour lesquels le soumissionnaire avec le montant global le plus bas soumet le prix unitaire le plus bas est grand, moins il y aura de chances qu'un reclassement apparaisse. De la même manière, nous pouvons penser que, toutes autres choses égales par ailleurs, plus le nombre d'articles pour lesquels le deuxième plus bas soumissionnaire soumet le plus bas prix est grand, plus il y a de chances d'observer un reclassement. Nous avons donc calculé, dans les différents appels d'offres dont nous disposons, la proportion d'articles pour lesquels l'adjudicataire a soumis le prix le plus bas ainsi que la proportion d'articles pour lesquels le deuxième plus bas soumissionnaire a soumis le prix le plus bas. Pour synthétiser ces informations, nous allons calculer les proportions moyennes dans les deux groupes d'appels d'offres dont nous disposons, à savoir, l'ensemble des appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005 et l'ensemble des appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013. Toutefois, pour rendre ces proportions aussi comparables que possibles, nous avons exclu du calcul de ces proportions moyennes les appels d'offres qui contenaient moins de quatre soumissionnaires<sup>41</sup>. Les pro-

Tableau 16: Proportion moyenne d'articles

	Appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005	Appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013
Proportion d'articles pour lesquels le plus bas prix est soumis par l' <b>adjudicataire</b>	37 %	42 %
Proportion d'articles pour lesquels le plus bas prix est soumis par le <b>deuxième plus bas soumissionnaire</b>	18 %	25 %
Proportion d'articles <b>sujets à la règle de proportionnalité</b> pour lesquels le plus bas prix est soumis par l' <b>adjudicataire</b>	38 %	38 %
Proportion d'articles <b>sujets à la règle de proportionnalité</b> pour lesquels le plus bas prix est soumis par le <b>deuxième plus bas soumissionnaire</b>	17 %	29 %

<sup>41</sup> Il est assez probable qu'un moins grand nombre de soumissionnaires favorisera une proportion élevée d'articles pour lesquels l'adjudicataire ou le deuxième plus bas soumissionnaire soumettent le plus bas prix. Dans le groupe d'appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005, 3 appels d'offres ne contiennent pas plus de quatre soumissionnaires alors que, dans le groupe des appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013, 9 appels d'offres ne contiennent pas plus de quatre soumissionnaires. En éliminant les appels d'offres contenant moins de quatre soumissionnaires, nous obtenons un nombre moyen de soumissionnaires de 5,75 dans le groupe des appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005 et de 6,22 dans le groupe des appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013. Ces deux groupes d'appels d'offres sont donc plus similaires.

portions moyennes obtenues sont données dans le Tableau 16.

La première observation que nous pouvons faire au sujet de ces proportions moyennes est que l'adjudicataire soumet le prix le plus bas pour moins de la moitié des articles alors que le deuxième plus bas soumissionnaire soumet le prix le plus bas pour 18% des articles soit près de 1 article sur 5. Ces deux phénomènes conjugués ouvrent évidemment la voie aux reclassements.

Il est intéressant de comparer les proportions moyennes entre les deux groupes d'appels d'offres. Ces deux groupes se distinguent notamment par l'application de la règle de proportionnalité. Nous constatons que la proportion moyenne d'articles pour lesquels l'adjudicataire soumet le plus bas prix est plus élevée dans le groupe d'appels d'offres où la règle de proportionnalité est appliquée que dans le groupe des appels d'offres où cette règle ne s'applique pas (42% vs 37%). De nouveau, nous pourrions penser que ceci indique que l'application de la règle de proportionnalité conduit à une diminution des chances d'observer un reclassement. Toutefois, une telle conclusion est sans doute hâtive, du fait que nous observons aussi que la proportion moyenne des articles pour lesquels le deuxième plus bas soumissionnaire soumet le prix le plus bas est plus élevée dans le groupe des appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013 que dans le groupe d'appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005 (25% vs 18%).

Une proportion faible d'articles pour lesquels l'adjudicataire soumet le plus bas prix n'implique pas de manière automatique l'apparition d'un reclassement. En effet, il n'y a pas que le nombre d'articles qui est en jeu, mais aussi l'importance de différents articles dans le montant global d'une soumission. L'importance d'un article est révélé par le fait qu'il soit choisi pour être sujet à l'application de la règle de proportionnalité. Nous disposons des articles qui auraient été sujets à l'application de la règle si celle-ci avait été en application dans les appels d'offres réalisés entre 2000 et 2005. Nous pouvons donc comparer la proportion moyenne des articles sujets ou candidats à être sujets à la règle de proportionnalité pour lesquels soit l'adjudicataire soit le deuxième plus bas soumissionnaire a soumis le prix le plus bas. Nous voyons que la proportion moyenne de ces articles pour lesquels l'adjudicataire a soumis le plus bas prix est identique dans les deux groupes d'appels d'offres. Par contre, la proportion moyenne des articles sujets ou candidats à être sujets à la règle de proportionnalité pour lesquels le deuxième plus bas soumissionnaire a soumis le plus bas prix est beaucoup plus élevée dans le groupe des appels d'offres où la règle de proportionnalité était appliquée que dans le groupe des appels d'offres où cette règle n'était pas en application (29% vs 17%). Ces informations ne donnent donc pas d'appuis solides pour affirmer que la fréquence du reclassement serait réduite par l'application de la règle de proportionnalité.

Nous terminerons cette sous-section par deux remarques. La première concerne le souci qu'exprime la CSEM vis à vis de l'apparition d'un reclassement ainsi que du sur-cout qui l'accompagne. Dans la théorie de la décision dans un environnement incertain, une telle préoccupation n'apparaît pas. La raison est que, dans un environnement incertain, l'agent

économique prend ses décisions au meilleur des informations dont il dispose lorsqu'il prend ses décisions. Le risque qui caractérise les environnements incertains est que les décisions prises par l'agent économique ne correspondent pas à celles qu'il aurait prise s'il avait connaissance de toutes les informations pertinentes.

Pour illustrer ces concepts dans un autre contexte, examinons la situation d'une personne qui possède une maison et qui veut se prémunir contre la perte de richesse qui surviendrait en cas d'incendie de sa maison. Cette personne sait qu'il y a des chances qu'un incendie survienne, mais n'en est pas certaine. En fonction des chances qu'elle accorde à l'apparition d'un incendie, elle décidera de prendre une assurance et de payer les primes correspondantes. Prenons cette personne 20 ans plus tard. Si durant ces 20 années, sa maison n'a pas été la proie des flammes, elle trouvera sans doute qu'elle avait pris une mauvaise décision de prendre une assurance incendie et regrettera les pertes financières liées au paiement des primes de cette assurance durant toutes ces années. Ce n'est pas toutefois pas le cas. Si, il y a 20 ans, elle était certaine que sa maison ne serait pas la proie d'un incendie, prendre une assurance incendie aurait certainement été une mauvaise décision. Toutefois, lorsqu'elle devait choisir entre prendre une assurance incendie ou non, elle ne possédait pas l'information que sa maison ne serait pas la proie d'un incendie et elle pensait qu'un incendie était une possibilité. Avec l'information dont elle disposait, elle a sans doute pris la meilleure décision.

Un reclassement est de la même nature que l'observation que la maison n'a pas subi d'incendie dans l'exemple ci-dessus. L'apparition d'un reclassement n'indique donc pas que le choix de l'entrepreneur n'était pas le bon sur la base des informations disponibles lorsque la décision a été prise, c'est-à-dire, sur la base des quantités estimées. Le reclassement et le sur-cout qui l'accompagne font partie du risque que subit la CSEM du fait qu'elle ne connaît pas avec certitude la quantité des différents articles qui devra être utilisée pour réaliser les travaux.

Notre deuxième remarque concerne les quantités utilisées. Lorsque la CSEM étudie le reclassement, elle le fait en considérant que les quantités utilisées par l'adjudicataire sont les quantités nécessaires pour réaliser les travaux prévus à l'appel d'offres. Ces quantités auraient donc été les quantités utilisées par n'importe quel entrepreneur. Au vu des différences entre les quantités utilisées et les quantités estimées présentées dans le Tableau 9 et le Tableau 10, il est possible d'émettre l'hypothèse que différents entrepreneurs auraient utilisé différentes quantités pour un sous ensemble d'articles. Par exemple, il est possible de penser que différents entrepreneurs utilisent différentes quantités de l'article « Déplacement de vanne d'eau » (article 281) pour réaliser les travaux prévus au contrat. Cette possibilité laisse entrevoir l'impossibilité d'établir avec certitude quel aurait été le cout pour la CSEM de faire réaliser le contrat par un autre entrepreneur que l'adjudicataire. Ceci affecte tant la fréquence avec laquelle un reclassement apparaît que le sur-cout qui accompagne ces reclassements. Il est en effet possible que le nombre de reclassements soit plus ou moins élevé que celui qui est observé sur la base des quantités utilisées par l'adjudicataire et il est tout aussi possible que le sur-cout qui accompagne ces reclassements soit plus

ou moins élevé que celui qui est calculé à partir des quantités utilisées par l'adjudicataire.

Nous allons maintenant examiner les ajustements de prix et du montant global de la soumission que l'application de la règle de proportionnalité est susceptible d'entraîner.

### II.2.3 Ajustements des prix unitaires et du montant global de la soumission en réponse à l'application de la règle de proportionnalité

Notons immédiatement que nous ne discuterons pas dans cette sous-section des possibilités de collusion. La raison est simplement que la présence d'écarts entre les quantités estimées et les quantités utilisées ne modifie pas les conclusions auxquelles nous sommes parvenus à la section II.1.3. Nous nous concentrerons donc sur les ajustements qu'un entrepreneur est susceptible d'apporter à sa soumission en réponse à l'application de la règle de proportionnalité sur certains articles de l'appel d'offres.

Pour simplifier notre discussion, nous allons repartir de l'exemple donné dans le Tableau 13 de la sous-section II.2.1 dont les données principales sont reprises dans les 4 premières

**Tableau 17: Règle de proportionnalité et montant global de la soumission**

Article	Quantité estimée par la CSEM	Quantité alternative	Cout unitaire	Soumission A	Soumission B	Soumission C
1	20	18	8	11,27	10	10
2	10	2	4	1,96	4,5	5
				Montant global: 245	Montant global: 245	Montant global: 250
				Profit espéré: 49,89	Profit espéré: 41	Profit espéré: 44
				Variance: 23,9	Variance: 16	Variance: 36

colonnes du Tableau 17, tandis que la soumission optimale de l'entrepreneur dans l'exemple du Tableau 13 est reprise dans la cinquième colonne du Tableau 17.

Dans cet exemple, l'entrepreneur était incertain sur les quantités qui seront effectivement nécessaires pour réaliser les travaux spécifiés au contrat. Plus spécifiquement, nous considérons un appel d'offres avec deux articles où l'entrepreneur accordait une probabilité 1/2 que les quantités utilisées soient celles estimées par la CSEM et une probabilité 1/2 que les quantités utilisées correspondent aux quantités données dans la troisième colonne du Tableau 17. Nous avons montré que (i) l'utilisation de l'obliquité permet à l'entrepreneur d'augmenter son profit espéré pour un montant global de la soumission donné, (ii) l'entrepreneur qui présente de l'aversion au risque n'utilisera pas une obliquité extrême du fait que celle-ci augmente son risque et (iii) l'utilisation de l'obliquité s'accompagnera d'une

diminution du montant global de la soumission choisi par l'entrepreneur du fait d'une corrélation négative entre le montant global d'une soumission et le profit espéré associé à la soumission.

Supposons maintenant que la règle de proportionnalité s'applique sur l'article 1 et, comme l'entrepreneur a utilisé l'obliquité pour augmenter de manière significative la marge qu'il impose sur le cout de cet article, supposons que le prix unitaire de 11,27 soit jugé trop élevé par l'entrepreneur. Autrement dit, supposons que l'entrepreneur juge qu'il faudrait diminuer le prix unitaire de l'article 1 pour réduire le risque de se faire exclure par l'application de la règle de proportionnalité.

Comme nous l'avons expliqué dans la sous-section II.1.1 en l'absence d'écarts entre quantités estimées par la CSEM et quantités utilisées, l'entrepreneur peut ajuster le prix de l'article 2 pour compenser l'ajustement que la règle de proportionnalité le conduit à faire sur le prix de l'article 1 et ainsi maintenir le montant de sa soumission globale inchangée. C'est ce que nous avons fait avec la Soumission B du Tableau 17. Nous avons diminué le prix de l'article 1 de 11,27 à 10 et nous avons augmenté le prix de l'article 2 de 1,96 à 4,5 de sorte que le montant global de la soumission reste égal à 245. Toutefois, contrairement à ce qui se produisait en l'absence d'écart entre quantités estimées et quantités utilisées, ces changements dans les prix modifient le profit espéré de l'entrepreneur, même si le montant global de sa soumission reste inchangé. Le Tableau 17 indique en effet que le profit espéré passe de 49,89 à 41. Ceci correspond à l'effet que nous avons analysé dans la sous-section II.2.1: si l'entrepreneur doit réduire le niveau d'obliquité utilisé pour un montant global de sa soumission donné, son profit espéré diminuera.

Pour récupérer un niveau de profit espéré acceptable, l'entrepreneur n'a d'autre choix que d'augmenter le montant global de sa soumission en augmentant le prix de l'article 2. Ainsi, en augmentant le prix de l'article 2 de 4,5 à 5, le profit espéré de l'entrepreneur passe de 41 à 44, mais le montant global de sa soumission passe de 245 à 250.

Nous arrivons donc à la conclusion que l'application de la règle de proportionnalité sur l'article 1 de notre exemple réduit le niveau d'obliquité qu'il peut utiliser pour construire sa soumission optimale. Cette réduction de l'obliquité, réduit le profit espéré de l'entrepreneur et l'incite à augmenter le montant global de sa soumission.

Nous pouvons questionner la généralité de cette conclusion. Nous pouvons en effet nous interroger sur la possibilité que l'application de la règle de proportionnalité sur un article pour lequel l'entrepreneur soumet un prix très faible conduise, au contraire de ce que nous avons vu, à un maintien ou à une baisse du montant global de la soumission. Autrement dit, nous pourrions penser que le raisonnement ci-dessus repose sur le fait que l'application de la règle de proportionnalité conduit l'entrepreneur à diminuer le prix de l'article sujet à la règle.

Pour comprendre qu'il n'en est rien, nous allons considérer une version légèrement modifiée de notre exemple. Nous allons augmenter la quantité estimée pour l'article 2 de sorte

**Tableau 18: Règle de proportionnalité et montant global de la soumission (suite)**

Article	Quantité estimée par la CSEM	Quantité alternative	Cout unitaire	Soumission A	Soumission B	Soumission C
1	20	18	8	12	8,25	9
2	50	0	4	3	4,5	4,5
				Montant global: 390	Montant global: 390	Montant global: 405
				Profit espéré: 51	Profit espéré: 17,25	Profit espéré: 31,5
				Variance: 441	Variance: 162,6	Variance: 182,3

qu'il représente un poids suffisant pour qu'on puisse lui appliquer la règle de proportionnalité. D'autre part, nous allons considérer que la quantité anticipée de l'article 2 par l'entrepreneur est nulle, ce qui facilitera les calculs et permettra d'établir l'argument de la manière la plus simple. Les données qui seront utilisées sont présentées dans les quatre premières colonnes du Tableau 18.

Nous supposons que la soumission optimale pour l'entrepreneur, lorsque la règle de proportionnalité ne s'applique pas, est la Soumission A. Celle-ci prévoit un prix de 12 pour l'article 1 et un prix de 3 pour l'article 2. Le prix de l'article 2 dans cette soumission est donc inférieur au cout de fournir l'article 2.

Supposons maintenant que la règle de proportionnalité soit appliquée sur l'article 2. Il y a des fortes chances pour que l'application de la règle conduise l'entrepreneur à réviser à la hausse le prix de l'article 2. Si l'entrepreneur augmente le prix de l'article 2, il pourra ajuster à la baisse le prix de l'article 1 de sorte à conserver le montant global de la soumission inchangé. Un exemple de tels ajustements dans les prix unitaires est fourni dans la Soumission B du Tableau 18: l'augmentation du prix de l'article 2 est compensée par la baisse du prix de l'article 1, ce qui laisse le montant global égal à 390. Toutefois, ces ajustements conduisent à une baisse dans le profit espéré qui passe de 51 à 17,25. La raison qui conduit à cette baisse du profit espéré est de nouveau la diminution de l'obliquité, comme nous l'avons expliqué à la sous-section II.2.1: la baisse du prix concerne l'article avec une quantité anticipée relativement élevée par rapport à la quantité estimée par la CSEM, tandis que la hausse du prix concerne un article avec une quantité anticipée relativement faible par rapport à la quantité estimée par la CSEM.

Pour atténuer l'impact de la règle de proportionnalité sur son profit espéré, l'entrepreneur va augmenter le prix de l'article 1 en conservant le prix de l'article 2 sujet à la règle inchangé. La Soumission C illustre un tel ajustement. Toutefois, l'ajustement du prix unitaire de l'article 1 conduira à une augmentation du montant global. Il passe de 390 pour les

Soumissions A et B à 405 pour la Soumission C.

Nous voyons donc que les entrepreneurs qui sont affectés par la règle de proportionnalité ajusteront leur soumission non seulement en modifiant les prix unitaires des articles, mais aussi en augmentant le montant global de leur soumission et cela qu'ils doivent ajuster à la hausse ou à la baisse les prix des articles sujets à la règle.

Nous terminerons cette discussion avec une remarque sur l'ampleur de l'augmentation du montant global induit par l'application de la règle de proportionnalité. Nous pourrions penser que cette augmentation sera relativement faible, puisque les entrepreneurs doivent faire un arbitrage entre augmenter leurs profits espérés en augmentant le montant global de leur soumission et augmenter leur chances de remporter l'appel d'offres en diminuant le montant global de leur soumission.

Ce raisonnement est évidemment valide, mais il n'est pas complet. En effet, la règle de proportionnalité s'applique à l'ensemble des entrepreneurs. Ainsi, chaque entrepreneur sera conduit à penser que ses concurrents vont eux aussi augmenter le montant global de leur soumission suite à l'introduction de la règle. Dans ce contexte, une augmentation du montant global de la soumission d'un entrepreneur affectera moins ses chances de remporter l'appel d'offres que s'il était le seul à être affecté par la règle de proportionnalité<sup>42</sup>. Les ajustements dans le montant global des soumissions ne seront donc pas nécessairement négligeables.

Nos analyses conduisent donc à penser que l'introduction de la règle de proportionnalité conduira à une augmentation du montant global des soumissions et par là même du montant que la CSEM devra payer pour ses travaux. Il est donc naturel de se demander si une telle augmentation est observable dans les appels d'offres dont nous disposons.

De manière précise, cette interrogation doit être reformulée de la manière suivante: est-ce que, dans les appels d'offres réalisés entre 2011 et 2013 où la règle de proportionnalité était en application, les entrepreneurs ont remis des soumissions dont le montant global est *supérieur à celui qu'ils auraient soumis si la règle de proportionnalité n'était pas en application*? Nous voyons alors immédiatement qu'il n'est pas possible de répondre à cette question sur la base des observations dont nous disposons. En effet, nous n'avons *aucune indication sur le montant global que les entrepreneurs auraient soumis* dans des appels d'offres relatifs à des travaux identiques dans lesquels la règle de proportionnalité ne s'applique pas. Autrement dit, nous n'avons pas de point de référence avec lequel comparer les montants globaux observés dans les appels d'offres réalisés par la CSEM pour en déduire si la règle de proportionnalité a eu l'impact que nos analyses suggèrent.

Nous pourrions penser que les prix estimés par la CSEM peuvent constituer un point de référence. Il n'en est rien. Les prix estimés par la CSEM sont construits à partir des prix

---

<sup>42</sup> Le lecteur intéressé trouvera dans l'Annexe 2 une démonstration formelle de l'impact de l'application de la règle de proportionnalité dans un contexte simplifié où, pour chaque article, les entrepreneurs sont certains de la quantité qu'ils utiliseront.

relevés dans des soumissions remises dans le cadre d'appels d'offres antérieurs. Comme nous l'avons montré, les prix unitaires soumis par les entrepreneurs dépendent de leur cout, de la marge sur les couts qu'ils désirent imposer en fonction de la concurrence anticipée ainsi que sur les anticipations relatives aux quantités utilisées des différents articles. Les prix estimés par la CSEM sont donc la représentation des conditions sur le marché ainsi que des anticipations qui prévalaient dans des appels d'offres antérieurs. En aucun cas, il ne reflète les prix que les entrepreneurs auraient soumis dans des appels d'offres où la règle de proportionnalité ne s'applique pas.

Mentionnons toutefois qu'une manière de construire un tel point de référence aurait été de réaliser des appels d'offres relatifs à des travaux (pratiquement) identiques sans la règle de proportionnalité durant la même période. L'observation des montants globaux soumis dans ces appels d'offres aurait pu fournir une base de comparaison pour identifier si la règle de proportionnalité conduit à une augmentation du montant global des soumissions.

Nos travaux indiquent toutefois que l'application d'une telle méthode s'avère très difficile. En effet, prenons deux appels d'offres pour lesquels les travaux à réaliser semblent pratiquement identiques en termes d'articles et de quantité estimée pour chaque article. Nous avons vu que la manière dont les entrepreneurs vont construire leur soumission dépend des anticipations relatives à la quantité de chaque article qui sera effectivement utilisée. Le fait que les quantités estimées d'un article soient identiques d'un appel d'offres à l'autre ne suffit pas pour rendre ces deux appels d'offres identiques, puisque cela ne garantit pas que les anticipations des entrepreneurs seront identiques dans les deux appels d'offres.

Comme nous pouvons le comprendre aisément, le montant global soumis par un entrepreneur dépend de son cout à fournir les différents articles. Le cout dont nous parlons tout au long de cette étude est bien entendu le cout « économique », aussi appelé « cout d'opportunité », qu'il faut distinguer du cout « comptable ». Par exemple, le cout d'opportunité d'utiliser un camion peut très bien ne comprendre que le cout d'utilisation de ce camion sans égard au cout de remboursement. Il suffit pour cela que la meilleure option alternative soit de laisser ce camion au garage. Le cout d'opportunité peut donc être très inférieur ou très supérieur au cout comptable<sup>43</sup>. Il sera aussi souvent plus volatile que le cout comptable, puisqu'il dépend des opportunités alternatives des entrepreneurs. L'incidence de ceci est que, dans des appels d'offres relatifs à des travaux identiques, des entrepreneurs peuvent soumettre des montants globaux différents du fait de la présence d'opportunités alternatives qui modifient leurs couts d'opportunité.

Ces réflexions montrent qu'il est très difficile de construire un point de référence qui puisse être utilisé pour mesurer l'impact de l'introduction de la règle de proportionnalité sur le montant global des soumissions. C'est toutefois l'intérêt et la force de l'analyse économique que d'arriver à mettre au jour des conclusions qui n'apparaissent pas facile-

---

<sup>43</sup> Ceci implique que des entrepreneurs avec des couts comptables identiques peuvent avoir des couts d'opportunité très différents puisque ceux-ci dépendent des opportunités alternatives que possèdent ces entrepreneurs.

ment dans l'observation des données.

### III. Conclusions

Le travail que nous avons effectué consiste à évaluer les impacts probables de l'introduction d'une règle de proportionnalité dans les appels d'offres de la CSEM. Cette règle présente trois caractéristiques principales, à savoir, (i) elle s'applique article par article sur un certain nombre d'articles sélectionnés, (ii) elle se base sur une comparaison du prix unitaire soumis par un entrepreneur avec une moyenne des prix unitaires soumis par l'ensemble des entrepreneurs, et (iii) elle exclut automatiquement une soumission qui contient, pour au moins un article sujet à la règle, un prix unitaire jugé trop bas ou trop élevé par rapport à la moyenne des prix soumis.

Notons immédiatement que ces caractéristiques entraînent les problèmes suivants:

1. L'application article par article de la règle peut conduire à éliminer des soumissions qui sont, sur la base du montant global, comparables aux autres soumissions. Nous avons étudié les différences de prix unitaires prévalant dans les appels d'offres où la règle de proportionnalité n'était pas appliquée et nous avons constaté de grandes différences entre le prix unitaire le plus faible et le plus élevé (le phénomène de débalancement des prix unitaires). Toutefois, nous avons aussi constaté que les écarts entre le montant global des différentes soumissions étaient eux beaucoup plus restreints. L'application de la règle de proportionnalité sur les montants globaux plutôt que sur les articles n'aurait conduit qu'à de rares exclusions (aucune dans l'ensemble des 30 appels d'offres réalisés sans la règle de proportionnalité et 3 dans l'ensemble des 33 appels d'offres réalisés avec la règle de proportionnalité).

2. L'utilisation de la moyenne des prix soumis pour exclure une soumission fait en sorte que la comparaison entre deux soumissions dépend des prix soumis dans d'autres soumissions. Ceci va à l'encontre de la propriété d'indépendance des alternatives non-pertinentes qui est généralement adoptée en sciences économiques. Cette propriété fait en effet en sorte que la comparaison entre deux alternatives ne se base que sur les éléments propres à ces deux alternatives ou, autrement dit, que la comparaison entre deux alternatives soit indépendante de tout élément qui est extérieur à ces alternatives.

3. L'exclusion automatique d'une soumission pour laquelle le prix unitaire d'au moins un article sujet à la règle est trop éloigné de la moyenne des prix soumis par l'ensemble des entrepreneurs peut permettre une manipulation stratégique de la règle de proportionnalité et faciliter la collusion. En effet, dans les appels d'offres où la règle de proportionnalité s'applique, des coalitions qui contiennent certains entrepreneurs ayant des coûts élevés peuvent manipuler à leur avantage la moyenne des prix unitaires d'un ou plusieurs articles sujets à la règle. Ce faisant, les membres de la coalition améliorent les chances du gagnant désigné de remporter l'appel d'offres en augmentant la probabilité

d'exclusion des entrepreneurs qui sont restés en dehors de la coalition.

L'introduction de la règle de proportionnalité dans les appels d'offres de la CSEM est motivée par l'atteinte de deux objectifs principaux, à savoir, la réduction du débalancement des prix unitaires et la réduction de la fréquence d'apparition d'un reclassement. Bien que nous puissions émettre quelques réserves sur la poursuite de tels objectifs, l'atteinte de ceux-ci à l'aide de la règle de proportionnalité pourrait justifier son utilisation, nonobstant les trois problèmes mentionnés plus haut.

Nous avons examiné de manière détaillée l'influence probable de l'application de la règle de proportionnalité sur le phénomène de débalancement des prix unitaires. Notre analyse montre que ce phénomène de débalancement peut avoir deux sources, à savoir, d'une part, une différence entre les coûts des différents entrepreneurs à fournir un article particulier et, d'autre part, une différence entre les anticipations des entrepreneurs relatives à la quantité d'un article qui sera effectivement nécessaire pour réaliser les travaux prévus au contrat.

Au vu de l'ampleur du débalancement observé de certains prix, il est difficile de concevoir que seules les différences de coûts soient à l'origine de ce phénomène. Il n'est cependant pas possible d'exclure qu'une partie au moins du débalancement soit due à des différences de coûts. Par contre, notre analyse révèle qu'une différence d'anticipations entre entrepreneurs peut conduire à des différences de prix unitaires soumis excessivement importantes.

Précisons immédiatement que, dans le contexte des appels d'offres de la CSEM, les entrepreneurs doivent anticiper la quantité des différents articles qui seront effectivement utilisés du fait qu'historiquement les quantités estimées par la CSEM et les quantités utilisées par l'adjudicataire diffèrent de façon considérable (voir à ce sujet le Tableau 9 et 10). Ceci peut s'illustrer, par exemple, en constatant que, sur les 63 appels d'offres dont nous disposons, plus d'un article spécifié dans l'appel d'offres sur cinq ne sera pas utilisé dans la réalisation du contrat.

La présence d'écarts entre les quantités estimées par la CSEM et les quantités anticipées par l'entrepreneur fait en sorte que le profit espéré si l'entrepreneur remporte l'appel d'offres est différent du montant global de sa soumission. En effet, le premier est évalué sur les quantités qui seront utilisées alors que le deuxième est évalué sur la base des quantités estimées par la CSEM. Cette différence d'évaluation entre le profit espéré et le montant global de la soumission fait en sorte que l'entrepreneur peut, en choisissant de manière appropriée ses prix unitaires, augmenter son profit espéré sans modifier le montant global de sa soumission. Cette manière appropriée de fixer les prix unitaires utilise ce que nous avons appelé l'obliquité<sup>44</sup>. Le choix du prix unitaire d'un article n'est donc plus

---

<sup>44</sup> D'autres auteurs ont déjà analysé les conséquences de l'utilisation de l'obliquité dans certains types d'appels d'Offres. Le lecteur intéressé pourra consulter, par exemple, Athey, S. et J. Levin (2001), « Information and Competition in U.S. Forest Service Timber Auctions », *Journal of Political Economy*, vol. 109, no 2, pp 375 à 417.

basé sur le cout de fournir cet article, mais bien sur une optimisation du profit espéré et de la variance du profit basée sur les anticipations de l'entrepreneur. Il en résulte que deux entrepreneurs ayant des couts similaires, mais avec des anticipations différentes soumettront des prix unitaires très différents. Ceci conduira à un sérieux débalancement des prix unitaires.

L'application de la règle de proportionnalité va sans aucun doute réduire le débalancement des prix unitaires sur les articles sujets à cette règle. Notre analyse montre toutefois que deux impacts accompagnent probablement cette réduction du débalancement. Le premier impact est que l'application de la règle sur certains articles identifiés peut conduire les entrepreneurs à ajuster les prix unitaires de leur soumission de sorte que le débalancement apparaisse ou s'accroisse pour les articles qui ne sont pas soumis à la règle. Le deuxième impact probable est que l'application de la règle va conduire les entrepreneurs à augmenter le montant global de leur soumission, ce qui implique un cout des travaux plus élevé pour la CSEM. Ce dernier impact repose sur le comportement optimisant des entrepreneurs. Nous avons en effet montré que la réduction de l'utilisation de l'obliquité génère une diminution du profit espéré de l'entrepreneur. Pour atténuer la baisse du profit espéré qui fait suite à la diminution de l'utilisation de l'obliquité induite par l'application de la règle de proportionnalité, l'entrepreneur augmentera le montant global de sa soumission.

Le deuxième objectif poursuivi par la CSEM est la réduction de la fréquence avec laquelle un reclassement apparaît. Un reclassement consiste à observer que, calculé sur la base des quantités utilisées, le montant global de la soumission de l'adjudicataire est supérieur au montant global de la soumission d'un autre entrepreneur. Cela signifie qu'en cas de reclassement, la CSEM aurait pu payer moins cher si elle avait sélectionné l'entrepreneur sur la base des quantités utilisées plutôt que sur les quantités estimées.

Nous avons observé que la fréquence des reclassements dans l'ensemble des appels d'offres réalisés sans la règle de proportionnalité est plus élevée que celle observée dans l'ensemble des appels d'offres réalisés avec la règle de proportionnalité. Cette observation laisse penser que l'application de la règle de proportionnalité, en réduisant le débalancement des prix unitaires, arrive bien à réduire la fréquence d'apparition des reclassements. Notre analyse montre toutefois qu'il faut être très prudent avec une telle conclusion. En effet, nous avons montré qu'il est loin d'être certain qu'une réduction du débalancement entraîne automatiquement une diminution de la fréquence des reclassements. De ce fait, nous n'avons pas pu dégager un lien clair de cause à effet entre l'application de la règle de proportionnalité et la réduction de la fréquence d'apparition des reclassements.

Notre analyse nous conduit donc à penser, d'une part, que l'application de la règle de proportionnalité apporte moins de solutions qu'elle ne génère de risques et, d'autre part, que d'autres méthodes seraient probablement plus efficaces pour atteindre les objectifs de la CSEM. Nous n'avons pas le mandat d'explorer en détail ces méthodes, mais la première qui vient à l'esprit est évidemment de réduire les écarts entre les quantités estimées par la CSEM et les quantités utilisées par l'adjudicataire en produisant de meilleures estimations.

Ceci réduirait à la fois le débalancement, la fréquence d'apparition des reclassements ainsi que l'incertitude que les entrepreneurs doivent gérer. Une autre avenue serait de faire en sorte que les prix unitaires soumis soient plus reliés aux couts des entrepreneurs. Cette problématique n'est pas examinée à notre connaissance dans la littérature scientifique. Bien qu'une solution à cette problématique n'est pas nécessairement simple, il nous semble toutefois qu'il serait possible d'adapter les règles des appels d'offres pour faire en sorte que les prix unitaires soient moins déterminés par les anticipations et l'utilisation de l'obliquité par les entrepreneurs. Par exemple, nous pouvons penser à faire en sorte que les prix unitaires soumis par les entrepreneurs restent valides pour plusieurs appels d'offres consécutifs. Dans ce contexte, il faudrait bien évidemment revoir certaines pratiques comme la divulgation des prix unitaires soumis à l'ensemble des soumissionnaires à la suite de l'appel d'offres (cette pratique, bien que justifiable sur le plan de la transparence, est aussi un facilitateur d'activités collusives). Nous ne développerons pas plus loin ces réflexions, car l'identification de nouvelles règles et l'analyse de leurs propriétés sont bien au delà de notre mandat.

## Annexe 1 : Débalancement des prix unitaires et reclassement

L'objectif de cette annexe est de montrer de manière plus formelle que la réduction du débalancement des prix ne conduira pas à une disparition des reclassements. Autrement dit, lorsque la quantité estimée et la quantité utilisée des différents articles diffèrent, il existera toujours un vecteur de prix pour un entrepreneur qui sera aussi proche que l'on veut du vecteur de prix de l'entrepreneur qui a remporté le contrat tel qu'un reclassement apparaisse.

Nous adopterons les notations suivantes :

- $q_i^E$  représentera la quantité de l'article  $i$  estimée par la CSEM ;
- $q_i^U$  représentera la quantité de l'article  $i$  utilisée par l'adjudicataire ;
- $p_i^A$  représentera le prix de l'article  $i$  soumis par l'adjudicataire ;
- $p_i^j$  représentera le prix de l'article  $i$  soumis par l'entrepreneur  $j$ .

Pour la simplicité, nous développerons la majorité de notre raisonnement en considérant le cas de 2 articles et nous aurons donc  $i = 1, 2$ .

Considérons le graphique suivant. Sur l'axe des abscisses, nous noterons le prix de l'article 1,

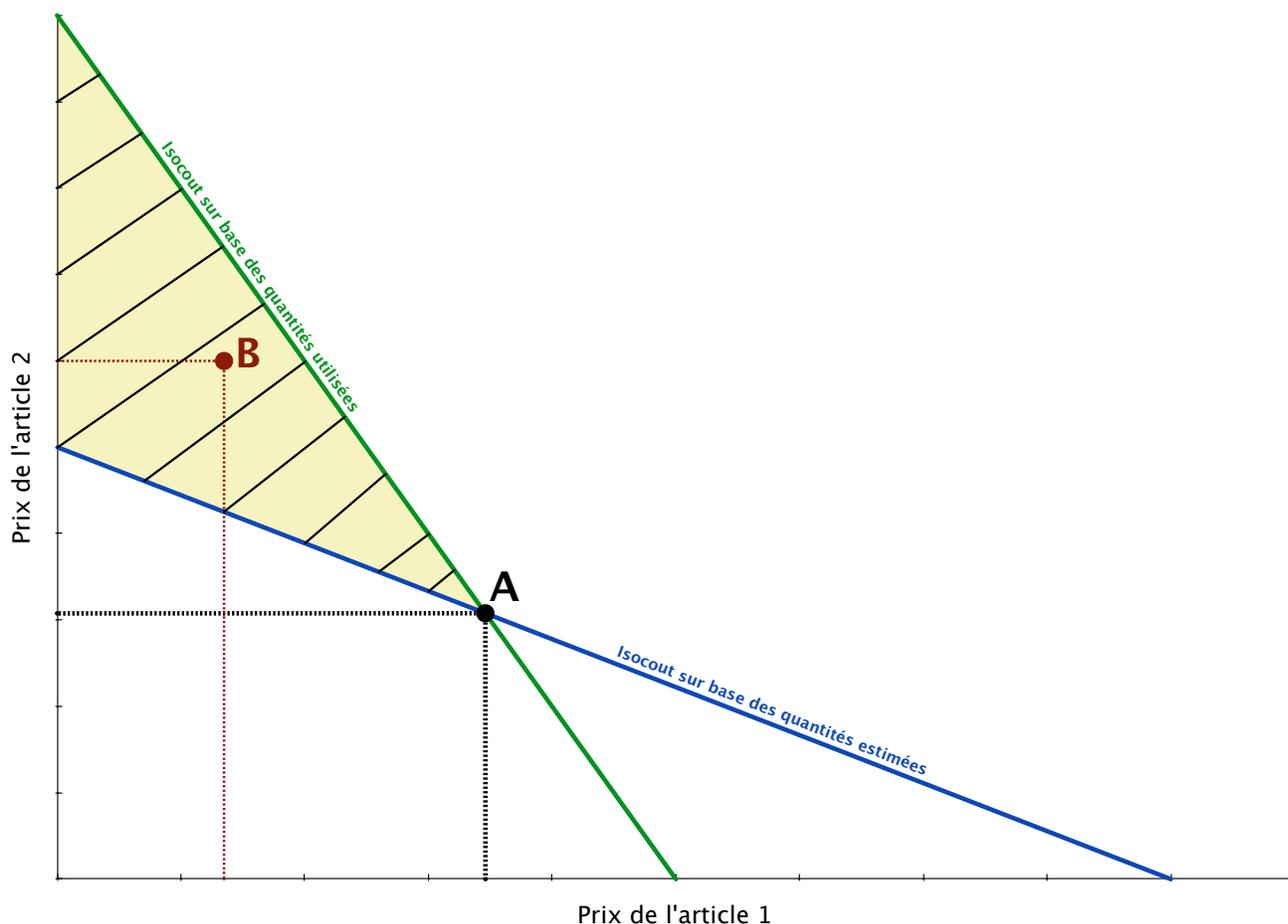


FIGURE 1 – Débalancement et reclassements

tandis que sur l'axe des ordonnées nous noterons le prix de l'article 2. Les coordonnées du point **A** correspondent aux prix soumis par l'adjudicataire, c'est-à-dire  $(p_1^A, p_2^A)$ . À partir de ce point

A, nous pouvons définir deux droites de la manière suivante :

$$p_1 q_1^E + p_2 q_2^E = p_1^A q_1^E + p_2^A q_2^E \quad (1)$$

$$p_1 q_1^U + p_2 q_2^U = p_1^A q_1^U + p_2^A q_2^U \quad (2)$$

La première droite, donnée par l'équation (1) et identifiée comme l'*isocout sur base des quantités estimées* dans la Figure 1, correspond à l'ensemble des vecteurs de prix  $(p_1, p_2)$  tel que le montant global évalué à l'aide de ces prix et des quantités estimées  $(q_1^E, q_2^E)$  soit exactement égal au montant global de la soumission de l'adjudicataire évalué sur la base des quantités estimées par la CSEM. Autrement dit, la droite bleue indique l'ensemble des vecteurs de prix qui donnent le même montant global que celui de l'adjudicataire lorsque ces montants globaux sont calculés sur la base des quantités estimées par la CSEM. L'ensemble des vecteurs de prix qui sont situés en *haut de cette droite*, comme le point **B** dans la Figure 1, donne un montant global calculé sur la base des quantités estimées supérieur à celui de l'adjudicataire.

La deuxième droite, donnée par l'équation (2) et identifiée comme l'*isocout sur base des quantités utilisées* dans la Figure 1, correspond à l'ensemble des vecteurs de prix  $(p_1, p_2)$  tel que le montant global évalué à l'aide de ces prix et des quantités utilisées par l'adjudicataire  $(q_1^A, q_2^A)$  soit exactement égal au montant global de la soumission de l'adjudicataire évalué sur la base des quantités estimées par la CSEM. Autrement dit, la droite verte indique l'ensemble des vecteurs de prix qui donnent le même montant global que celui de l'adjudicataire lorsque ces montants globaux sont calculés sur la base des quantités utilisées par l'adjudicataire. L'ensemble des vecteurs de prix qui sont situés en *bas de cette droite*, comme le point **B** dans la Figure 1, donne un montant global calculé sur la base des quantités utilisées par l'adjudicataire inférieur à celui de l'adjudicataire.

Nous pouvons alors immédiatement réaliser qu'un reclassement apparaîtra lorsque les prix unitaires de la soumission de l'entrepreneur  $j$  correspond aux coordonnées du point **B** de la Figure 1. En effet, pour ces prix, le montant global de la soumission de cet entrepreneur calculé sur la base des quantités estimées par la CSEM est supérieur à celui de l'adjudicataire. L'entrepreneur  $j$  ne remportera donc pas l'appel d'offres. Toutefois, si l'on se base maintenant sur les quantités utilisées par l'adjudicataire, le montant global de la soumission de l'entrepreneur  $j$  est plus faible que celui de l'adjudicataire.

L'ensemble des vecteurs de prix pour lesquels un reclassement aura lieu est donc l'ensemble des prix appartenant à la surface hachurée sur la Figure 1. En effet, cette surface contient l'ensemble des vecteurs de prix qui conduisent (i) à un montant global supérieur à celui de l'adjudicataire sur la base des quantités estimées par la CSEM et (ii) à un montant global inférieur à celui de l'adjudicataire sur la base des quantités utilisées par l'adjudicataire. Notons que, pour que cette surface existe, il faut que les deux droites ne coïncident pas. Pour que ce soit le cas, c'est-à-dire, pour qu'il y ait une possibilité de reclassement, il faut et il suffit que  $q_1^E/q_2^E$  soit différent de  $q_1^A/q_2^A$ , ce qui sera le cas si les quantités utilisées par l'adjudicataire ne sont pas proportionnelles aux quantités estimées par la CSEM.

La Figure 1 montre donc clairement que, même si l'on réduit le déséquilibre des prix sur les deux articles, c'est-à-dire, même si l'on rapproche le point **B** aussi près que l'on veut du point A, il sera toujours possible d'observer un reclassement. Pour cela, il suffit que le point **B** continue à appartenir à la surface identifiée en jaune. Ainsi empêcher un déséquilibre même sur tous les articles ne supprime pas la possibilité d'observer un reclassement.

Pour comprendre l'impact d'une réduction du déséquilibre sur la *fréquence d'apparition* des reclassements, nous allons nous intéresser à l'ensemble des vecteurs de quantité  $(q_1, q_2)$  tels

qu'un reclassement ait lieu pour le vecteur de prix donné par le point **B**. Pour ce faire, nous allons, comme indiqué sur la Figure 2, introduire une nouvelle droite qui relie les points **A** et **B**. Pour construire cette droite, nous définirons un nouveau vecteur de quantités  $(q_1^C, q_2^C)$  qui fait

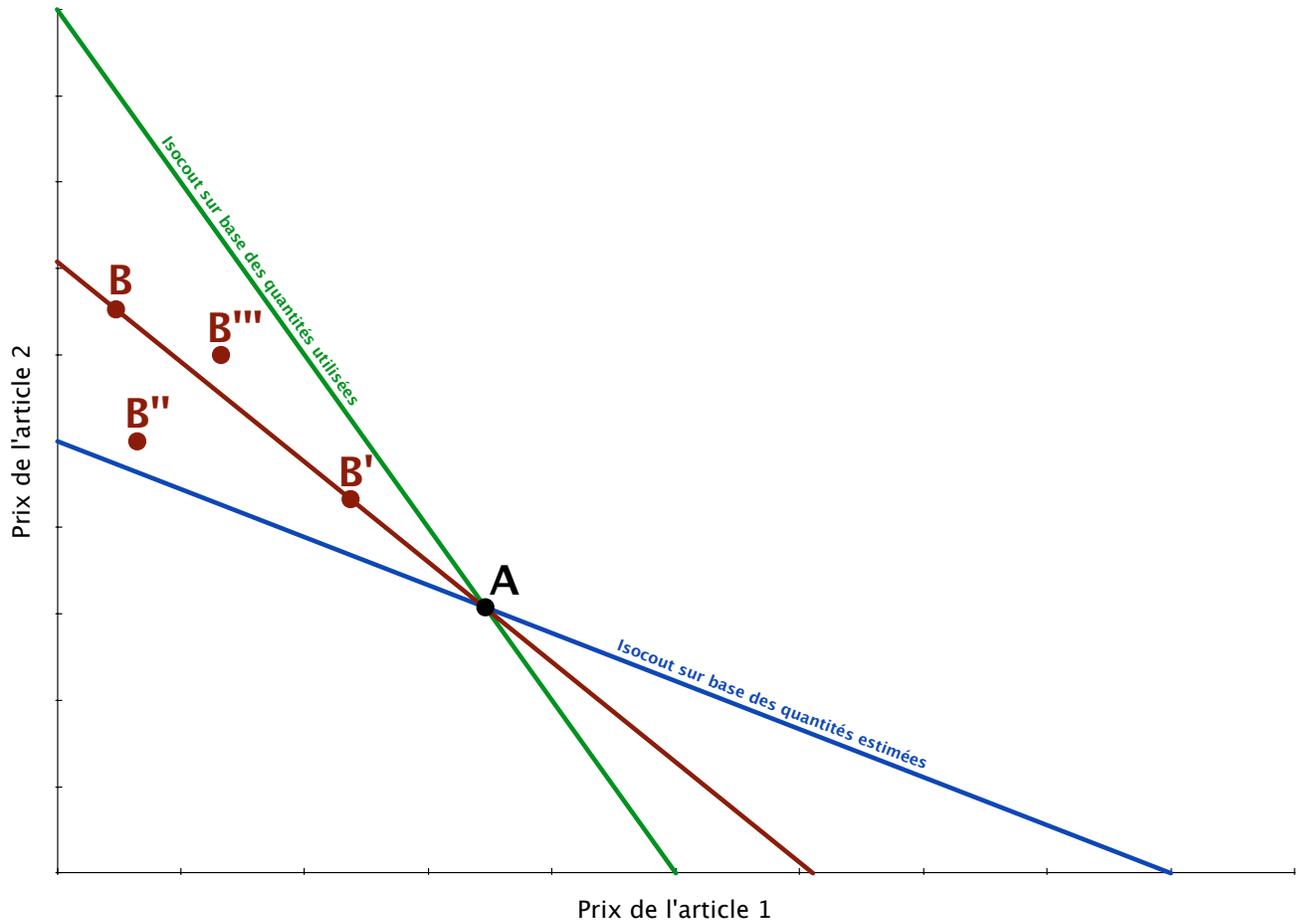


FIGURE 2 – Débalancement et fréquence d'apparition des reclassements

en sorte que le montant global de la soumission calculé avec les quantités  $(q_1^C, q_2^C)$  et le vecteur de prix donné par le point **B** est identique au montant global de la soumission calculé avec les quantités  $(q_1^C, q_2^C)$  et le vecteur de prix donné par le point **A**. Les quantités  $(q_1^C, q_2^C)$  sont donc simplement obtenues par la résolution des deux équations suivantes :

$$p_1^A q_1^C + p_2^A q_2^C = p_1^A q_1^E + p_2^A q_2^E \quad (3)$$

$$p_1^B q_1^C + p_2^B q_2^C = p_1^A q_1^E + p_2^A q_2^E \quad (4)$$

Nous obtenons donc aisément que  $(q_1^C, q_2^C)$  est défini par :

$$\frac{q_1^C}{q_2^C} = \frac{p_2^B - p_2^A}{p_1^A - p_1^B} \quad (5)$$

$$q_1^C = \frac{p_1^A q_1^E + p_2^A q_2^E}{p_1^B} - \frac{p_2^B q_2^C}{p_1^B} \quad (6)$$

L'équation qui relie les points **A** et **B** est quant à elle donnée par :

$$p_2 = - \left( \frac{q_1^C}{q_2^C} \right) p_1 + \frac{p_1^A q_1^E + p_2^A q_2^E}{q_2^C} \quad (7)$$

L'ensemble des vecteurs de quantités pour lesquels un reclassement aura lieu pour le vecteur de prix donné par le point **B**, noté  $\mathcal{E}^{\mathcal{R}}(\mathcal{B})$ , est alors simplement donné par

$$\mathcal{E}^{\mathcal{R}}(\mathcal{B}) = \left\{ (q_1, q_2) \in R_+^2 \mid \frac{q_1}{q_2} > \frac{q_1^C}{q_2^C} \right\}, \quad (8)$$

c'est-à-dire, l'ensemble des vecteurs de quantités  $(q_1, q_2)$  pour lesquels le ratio de la quantité de l'article 1 par rapport à la quantité de l'article 2,  $q_1/q_2$ , est supérieur au ratio de la quantité de l'article 1 par rapport à la quantité de l'article 2 dans le vecteur  $(q_1^C, q_2^C)$ ,  $q_1^C/q_2^C$ . En effet, si le vecteur des quantités utilisées  $(q_1^U, q_2^U)$  appartient à  $\mathcal{E}^{\mathcal{R}}(\mathcal{B})$ , alors nous avons :

$$\frac{q_1^U}{q_2^U} > \frac{q_1^C}{q_2^C} = \frac{p_2^B - p_2^A}{p_1^A - p_1^B} \iff q_1^U (p_1^A - p_1^B) > q_2^U (p_2^B - p_2^A) \iff p_1^A q_1^U + p_2^A q_2^U > p_1^B q_1^U + p_2^B q_2^U. \quad (9)$$

Dans la Figure 2, nous pouvons représenter la droite qui donne l'ensemble des vecteurs de prix  $(p_1, p_2)$  tel que le montant global calculé sur la base des quantités utilisées  $(q_1^U, q_2^U)$  soit égal au montant global de la soumission de l'adjudicataire calculé lui aussi sur la base des quantités utilisées  $(q_1^U, q_2^U)$ , c'est-à-dire,  $p_1^A q_1^U + p_2^A q_2^U$ . Cette droite est, comme dans la Figure 1, indiquée par l'*isocout sur la base des quantités utilisées*. Lorsque le vecteur des quantités utilisées  $(q_1^U, q_2^U)$  appartient à  $\mathcal{E}^{\mathcal{R}}(\mathcal{B})$ , cette droite aura une pente supérieure, en valeur absolue, à la pente de la droite qui passe par les points **A** et **B**. Par un raisonnement analogue à celui développé à l'aide de la Figure 1, nous obtenons simplement que, dans ce cas, un reclassement apparaît pour le vecteur de prix correspondant au point **B**.

Supposons maintenant une réduction du débalancement qui fait en sorte que le vecteur de prix de l'entrepreneur en concurrence avec l'adjudicataire passe du point **B** au point **B'** sur la Figure 2. Nous voyons que l'ensemble des vecteurs de quantités pour lesquels un reclassement aura lieu est identique à l'ensemble  $\mathcal{E}^{\mathcal{R}}(\mathcal{B})$ . En effet, puisque **B'** appartient à la droite qui relie les points **A** et **B**, nous aurons :

$$p_1^{B'} q_1^C + p_2^{B'} q_2^C = p_1^A q_1^E + p_2^A q_2^E \quad (10)$$

ce qui, combiné à l'équation (3), donne

$$\frac{q_1^C}{q_2^C} = \frac{p_2^{B'} - p_2^A}{p_1^A - p_1^{B'}}. \quad (11)$$

Considérons ensuite une réduction du débalancement qui fait en sorte que le vecteur de prix du concurrent de l'adjudicataire passe du point **B** au point **B''**. En procédant comme nous l'avons fait pour les points **B** et **B'**, nous pouvons établir que l'ensemble des vecteurs de quantités pour lesquels un reclassement aura lieu est donné par

$$\mathcal{E}^{\mathcal{R}}(\mathcal{B}'') = \left\{ (q_1, q_2) \in R_+^2 \mid \frac{q_1}{q_2} > \frac{p_2^{B''} - p_2^A}{p_1^A - p_1^{B''}} \right\}, \quad (12)$$

où  $(p_2^{B''} - p_2^A)/(p_1^A - p_1^{B''})$  est la pente de la droite qui relie les points  $\mathbf{B}''$  et  $\mathbf{A}$ . Comme cette pente est plus faible que celle qui relie les points  $\mathbf{B}$  et  $\mathbf{A}$ , nous aurons

$$\frac{q_1^C}{q_2^C} > \frac{p_2^{B''} - p_2^A}{p_1^A - p_1^{B''}} \quad (13)$$

Ceci implique que  $\mathcal{E}^{\mathcal{R}}(\mathcal{B}) \subset \mathcal{E}^{\mathcal{R}}(\mathcal{B}'')$ , ce qui signifie qu'une réduction du débalancement conduit dans ce cas à une augmentation de la fréquence des reclassements.

En procédant de la même manière, nous pouvons montrer que l'ensemble des vecteurs de quantités pour lesquels un reclassement aura lieu pour le vecteur de prix donné par le point  $\mathbf{B}''$  sera inclus dans l'ensemble des vecteurs de quantités pour lesquels un reclassement aura lieu pour le vecteur de prix donné par le point  $\mathbf{B}$ . De ce fait, la réduction du débalancement des prix unitaires qui fait en sorte que le vecteur de prix du concurrent de l'adjudicataire passe de  $\mathbf{B}$  à  $\mathbf{B}''$  diminue la fréquence de reclassement.

Cette analyse nous permet donc de conclure que *l'impact sur la fréquence d'apparition des reclassements d'une réduction du débalancement des prix unitaires est indéterminée même si cette réduction du débalancement concerne l'ensemble des articles de l'appel d'offres.*

Nous pouvons, pour terminer, examiner l'effet d'une réduction du débalancement des prix unitaires sur le sur-cout du à un reclassement. La Figure 2 nous permet d'étudier cette question de manière très simple puisque le sur-cout peut se visualiser à l'aide de l'éloignement du point considéré avec la droite intitulée *Isocout sur la base des quantités utilisées*. Ainsi, nous pouvons observer que la réduction du débalancement des prix qui fait en sorte que le vecteur de prix du concurrent de l'adjudicataire passe du point  $\mathbf{B}$  aux points  $\mathbf{B}'$  ou  $\mathbf{B}''$  réduit le sur-cout du au reclassement. Par contre, nous observons aussi que la réduction du débalancement des prix qui fait en sorte que le vecteur de prix du concurrent de l'adjudicataire passe du point  $\mathbf{B}$  au point  $\mathbf{B}''$  augmente le sur-cout du au reclassement. De nouveau, notre conclusion est que *la relation entre la réduction du débalancement des prix unitaires et l'ampleur du sur-cout du à un reclassement est indéterminée.*

## Annexe 2 : Imposition de contraintes sur les prix soumis et mises globales dans un appel d'offres avec plusieurs articles

Techniquement, un appel d'offres de la CSEM est une enchère au premier prix. Nous allons examiner, dans cette Annexe, l'incidence de l'introduction de la règle de proportionnalité sur la mise globale d'un entrepreneur. Techniquement, nous procéderons en analysant l'effet de l'imposition de contraintes sur les prix soumis pour les différents articles composant l'appel d'offres sur les stratégies optimales des entrepreneurs participant à l'appel d'offres. En effet, l'application de la règle de proportionnalité est similaire à l'imposition de contraintes sur le choix des prix unitaires des articles qui sont sujets à cette règle.

Le cadre dans lequel l'analyse sera conduite est celui d'une enchère au premier prix à enveloppes cachetées où chaque entrepreneur, sachant la quantité estimée par la CSEM, anticipe la quantité des différents articles qu'il devra utiliser pour réaliser les travaux prévus dans le contrat. Pour pouvoir procéder à l'analyse, nous supposons que chaque entrepreneur est certain que la quantité qui sera utilisée s'il remporte le contrat est celle qu'il anticipe et cela pour chaque article.

Cette annexe est essentiellement technique et, pour faciliter la compréhension, nous adopterons un style mettant en évidence les différents points du raisonnement et des conclusions.

### 1. Premières définitions et notations

- $a = 1, \dots, A$  sera l'indice générique d'un article de l'appel d'offres ;
- $i = 1, \dots, N$  sera l'indice générique pour un entrepreneur ;
- $q_a^E$  correspondra à la quantité estimée par la CSEM pour l'article  $a$  ;
- $q_{ai}^R$  correspondra à la quantité réalisée de l'article  $a$  telle qu'anticipée par le entrepreneur  $i$  (les anticipations sont donc possiblement différentes d'un entrepreneur à l'autre) ;
- $c_{ai}$  correspondra au cout unitaire de fournir l'article  $a$  pour le entrepreneur  $i$  (les couts peuvent différer d'un entrepreneur à l'autre) ;
- $p_{ai}$  correspondra au prix unitaire de fournir l'article  $a$  dans la soumission de l'entrepreneur  $i$  qui devra appartenir à l'intervalle  $[p_a^L, p_a^H]$  identique pour tous les entrepreneurs<sup>1</sup> ;
- $S_i = \sum_a p_{ai} q_a^E$  correspondra à la mise globale soumise par le entrepreneur  $i$  ;
- $C_i = \sum_a c_{ai} q_{ai}^R$  correspond au cout total, tel qu'anticipé par l'entrepreneur  $i$ , de fournir les différents articles ;
- $G_i(S_i)$  correspondra à la fonction de gain de l'entrepreneur  $i$  qui dépend de la mise globale soumise  $S_i$  et de ses caractéristiques personnelles (couts, anticipations)
- $u_i(G_i(S_i))$  donnera l'utilité pour l'entrepreneur  $i$  d'obtenir le gain  $G_i(S_i)$  et nous supposons que cette utilité est donnée par  $[G_i(S_i)]^{r_i}$  avec  $r_i \in (0, 1]$  de sorte qu'un entrepreneur  $i$  présentera de l'aversion au risque<sup>2</sup> lorsque  $r_i < 1$  et sera neutre vis-à-vis du risque lorsque  $r_i = 1$ .

---

1. L'hypothèse que cet intervalle est le même pour chaque entrepreneur facilite les notations, mais pourrait être relâchée sans conséquence pour les résultats.

2. Les personnes habituées à la représentation des décisions en incertitude auront reconnu que  $1 - r_i$  représente le coefficient d'aversion relative au risque.

## 2. Une forme explicite pour la fonction de gain d'un entrepreneur

Nous commencerons notre analyse en dérivant la forme explicite de la fonction de gain d'un entrepreneur  $G_i(S_i)$ .

- Tout d'abord, notons que la fonction de gain d'un entrepreneur  $G_i(S_i)$  peut s'obtenir de la manière suivante :

$$G_i(S_i) = \max_{p_{1i}, \dots, p_{Ai}} \left\{ \sum_a p_{ai} q_{ai}^R - C_i \text{ s.c. } \sum_a p_{ai} q_a^E = S_i \text{ et } p_{ai} \in [p_a^L, p_a^H] \text{ pour } a = 1, \dots, A \right\} \quad (1)$$

- Nous définirons :

$$\lambda_{ai} = \frac{q_{ai}^R}{q_a^E} \quad (2)$$

$$\lambda_i^* = \max \{ \lambda_{1i}, \lambda_{2i}, \dots, \lambda_{Ai} \} \quad (3)$$

et nous supposerons, pour la simplicité, qu'il y a un unique article  $a_i^*$  tel que  $\lambda_i^* = \lambda_{a_i^*i}$  (Attention cet article  $a_i^*$  peut différer d'un entrepreneur à un autre puisque les anticipations des entrepreneurs peuvent différer).

- Pour obtenir une forme explicite de la fonction de gain d'un entrepreneur, remarquons tout d'abord que

$$\sum_a p_{ai} q_{ai}^R - C_i = \lambda_i^* S_i - C_i - \theta_i \quad (4)$$

avec

$$\theta_i = \sum_a (\lambda_i^* - \lambda_{ai}) p_{ai} q_a^E \quad (5)$$

Ainsi, l'entrepreneur  $i$  déterminera les prix des différents articles pour minimiser  $\theta_i$  sous les contraintes  $\sum_a p_{ai} q_a^E = S_i$  et  $p_{ai} \in [p_a^L, p_a^H]$  pour  $a = 1, \dots, A$ .

- Il est évident que si  $p_a^L = 0$  et  $p_a^H = +\infty$  pour tout article  $a$ , alors l'entrepreneur décidera de soumettre un prix égal à zéro pour tous les articles tels que  $\lambda_{ai} < \lambda_i^*$  et fixera un prix égal à  $S_i / q_{a_i^*}^E$  pour l'article tel que  $\lambda_{ai} = \lambda_i^*$ , c'est-à-dire, l'article  $a_i^*$ . Dans ce cas,  $\theta_i = 0$  et la fonction de gain de l'entrepreneur  $i$  s'écrit :

$$G_i(S_i) = \lambda_i^* S_i - C_i \quad (6)$$

- Par contre, si on impose des contraintes sur les prix, nous allons avoir des prix strictement positifs pour des articles  $a$  tels que  $\lambda_{ai} < \lambda_i^*$ , ce qui conduira à  $\theta_i > 0$ . Nous aurons alors :

$$G_i(S_i) = \lambda_i^* S_i - C_i - \theta_i \quad (7)$$

Notons que la valeur de  $\theta_i$  ne dépend pas de la valeur de  $S_i$ .

## 3. Dérivation des mises globales d'équilibre

- Définissons

$$\mu_i = \frac{C_i + \theta_i}{\lambda_i^*} \quad (8)$$

$\mu_i$  est ce qui distingue un entrepreneur d'un autre.

- Nous supposons que la valeur de  $\mu$  pour chaque entrepreneur est tirée de manière indépendante d'une distribution identique dont le support est  $[\mu_L, \mu_H]$ . La distribution cumulée de  $\mu$  est notée  $F(\mu)$  et la densité associée est notée  $f(\mu)$ . Pour fin de construction d'un exemple, nous utiliserons la distribution uniforme pour laquelle  $F(\mu) = (\mu - \mu_L)/(\mu_H - \mu_L)$  et  $f(\mu) = 1/(\mu_H - \mu_L)$ .
- La probabilité que le entrepreneur  $i$  ait le plus bas  $\mu$  parmi l'ensemble des entrepreneurs est donnée par  $[1 - F(\mu_i)]^{N-1}$ . En effet, la probabilité qu'un entrepreneur ait un  $\mu$  plus élevé que  $\mu_i$  est égale à  $1 - F(\mu_i)$ .
- Conformément à la littérature<sup>3</sup>, la notion d'équilibre utilisée sera l'équilibre de Nash. La stratégie d'équilibre d'un entrepreneur sera une fonction de mise, notée  $b(\mu)$ , qui spécifie la mise globale du entrepreneur en fonction de sa caractéristique  $\mu$ . Comme la seule différence entre deux entrepreneurs est leur caractéristique  $\mu$ , cette fonction de mise est identique d'un entrepreneur à l'autre. D'autre part, cette fonction de mise étant une stratégie d'un équilibre de Nash, elle est telle qu'un entrepreneur ne pourra obtenir un niveau de satisfaction strictement plus élevé s'il utilise une autre fonction que cette fonction de mise lorsque les autres entrepreneurs choisissent leur mise globale à l'aide de cette fonction de mise.
- Nous supposons (comme il est de coutume dans cette littérature, cette propriété de la fonction de mise sera vérifiée plus tard) que cette fonction de mise est une fonction croissante en  $\mu$  de sorte que  $b$  possède une inverse que nous noterons  $b^{-1}(S)$ . Cette inverse donne la caractéristique  $\mu_i$  du entrepreneur qui soumet une mise globale  $S_i$  selon la fonction de mise. D'autre part, nous aurons aussi que  $b(\mu_H) = \mu_H$ , ce qui donne un gain espéré de 0 à l'entrepreneur ayant une caractéristique  $\mu_H$ . En effet, il n'est pas possible pour ce entrepreneur de faire un gain plus grand que 0 en soumettant une mise globale différente de  $\mu_H$ .
- La probabilité que l'entrepreneur  $i$  remporte l'appel d'offres est égale à la probabilité que l'entrepreneur  $i$  soumette une mise globale  $S_i$  plus petite que les mises globales choisies par l'ensemble de ses concurrents. Lorsque l'entrepreneur  $i$  utilise la fonction de mise, la mise globale  $S_i$  qu'il soumet est égale à  $b(\mu_i)$ . Ceci implique que la caractéristique  $\mu_i$  de l'entrepreneur qui soumet la mise globale  $S_i$  est donnée par  $b^{-1}(S_i)$ . Ceci implique aussi que si la caractéristique de l'entrepreneur  $j$  est  $\mu_j$  et si cet entrepreneur utilise aussi la fonction de mise  $b(\mu)$ , la probabilité que cet entrepreneur soumette une mise globale  $S_j$  supérieure à celle de l'entrepreneur  $i$  est égale à la probabilité que  $\mu_j$  soit inférieur à  $b^{-1}(S_i)$ , c'est-à-dire,  $1 - F(b^{-1}(S_i))$ . Ainsi si l'ensemble des entrepreneurs utilisent la fonction de mise  $b(\mu)$ , la probabilité que l'entrepreneur  $i$  remporte l'appel d'offres en soumettant une mise  $S_i$  est donnée par  $[1 - F(b^{-1}(S_i))]^{N-1}$ .
- L'espérance de l'utilité du gain du entrepreneur  $i$  s'écrit donc :

$$\Pi_i(S_i) = [1 - F(b^{-1}(S_i))]^{N-1} [G(S_i)]^{r_i} = [1 - F(b^{-1}(S_i))]^{N-1} [\lambda_i^*(S_i - \mu_i)]^{r_i} \quad (9)$$

- Le entrepreneur  $i$  cherchera à trouver la valeur de  $S_i$  qui maximisera cette espérance de l'utilité du gain. Pour trouver ce qui caractérise cette valeur de  $S_i$ , nous dérivons  $\Pi_i$  par

---

3. Voir, par exemple, la seconde édition du livre de V. Krishna intitulé *Auction Theory* publié en 2010 par Academic Press.

rapport à  $S_i$ , ce qui donne :

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial S_i} = (\lambda_i^*)^{r_i} (S_i - \mu_i)^{r_i-1} \left\{ r_i [1 - F(b^{-1}(S_i))]^{N-1} - (N-1)[1 - F(b^{-1}(S_i))]^{N-2} f(b^{-1}(S_i)) \left[ \frac{S_i - \mu_i}{b'(b^{-1}(S_i))} \right] \right\} \quad (10)$$

- Nous pouvons réécrire cette dérivée de la manière suivante :

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial S_i} = (\lambda_i^*)^{r_i} (S_i - \mu_i)^{r_i-1} \left[ \frac{r_i [1 - F(b^{-1}(S_i))]^{N-1}}{b'(b^{-1}(S_i))} \right] \left\{ b'(b^{-1}(S_i)) - (N-1)[1 - F(b^{-1}(S_i))]^{-1} f(b^{-1}(S_i)) \left[ \frac{S_i - \mu_i}{r_i} \right] \right\} \quad (11)$$

- Pour une valeur de  $S_i$  égale à  $b(\mu_i)$  et donc  $b^{-1}(S_i) = \mu_i$ , cette dérivée  $\partial \Pi_i / \partial S_i$  doit être égale à 0. Cette condition peut s'écrire de la manière suivante :

$$b'(\mu_i) - \left[ \frac{(N-1)}{r_i} \right] [1 - F(\mu_i)]^{-1} f(\mu_i) b(\mu_i) = - \left[ \frac{(N-1)}{r_i} \right] [1 - F(\mu_i)]^{-1} f(\mu_i) \mu_i \quad (12)$$

En multipliant tous les termes de cette équation par  $[1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}}$ , nous obtenons :

$$b'(\mu_i) [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}} - \left[ \frac{N-1}{r_i} \right] [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}-1} f(\mu_i) b(\mu_i) = - \left[ \frac{N-1}{r_i} \right] [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}-1} f(\mu_i) \mu_i \quad (13)$$

Il est alors facile de vérifier que nous avons :

$$b'(\mu_i) [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}} - \left[ \frac{N-1}{r_i} \right] [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}-1} f(\mu_i) b(\mu_i) = \frac{d}{d\mu_i} \left[ b(\mu_i) [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}} \right] \quad (14)$$

Ceci permet de réécrire l'équation (13) de la manière suivante :

$$\frac{d}{d\mu_i} \left[ b(\mu_i) [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}} \right] = - \left[ \frac{N-1}{r_i} \right] [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}-1} f(\mu_i) \mu_i \quad (15)$$

- Comme cette égalité doit être vérifiée quelque soit la valeur de  $\mu_i$ , nous pouvons prendre l'intégrale de  $\mu_i$  à  $\mu_H$  de l'expression à gauche et de celle de droite et maintenir évidemment l'égalité. Celle-ci peut alors s'écrire (en tenant compte du fait que  $F(\mu_H) = 1$ ) :

$$-b(\mu_i) [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}} = \int_{\mu_i}^{\mu_H} \mu d[1 - F(\mu)]^{\frac{N-1}{r_i}} \quad (16)$$

- L'intégrale du terme de droite de cette égalité peut se résoudre en utilisant l'intégration par partie :

$$\begin{aligned} \int_{\mu_i}^{\mu_H} \mu d[1 - F(\mu)]^{\frac{N-1}{r_i}} &= \left[ \mu [1 - F(\mu)]^{\frac{N-1}{r_i}} \right]_{\mu_i}^{\mu_H} - \int_{\mu_i}^{\mu_H} [1 - F(\mu)]^{\frac{N-1}{r_i}} d\mu \\ &= -\mu_i [1 - F(\mu_i)]^{\frac{N-1}{r_i}} - \int_{\mu_i}^{\mu_H} [1 - F(\mu)]^{\frac{N-1}{r_i}} d\mu \end{aligned} \quad (17)$$

- Nous obtenons alors la valeur de la fonction de mise  $b(\mu)$  pour un entrepreneur ayant une caractéristique  $\mu_i$ . Celle-ci est donnée en introduisant (17) dans (16) :

$$b(\mu_i) = \mu_i + \int_{\mu_i}^{\mu_H} \left[ \frac{1 - F(\mu)}{1 - F(\mu_i)} \right]^{\frac{N-1}{r_i}} d\mu \quad (18)$$

- Pour une distribution uniforme, on peut trouver la valeur de l'intégrale dans le terme de droite de l'égalité. En effet,

$$\begin{aligned} \int_{\mu_i}^{\mu_H} \left[ \frac{1 - F(\mu)}{1 - F(\mu_i)} \right]^{\frac{N-1}{r_i}} d\mu &= \int_{\mu_i}^{\mu_H} \left[ \frac{\mu_H - \mu}{\mu_H - \mu_i} \right]^{\frac{N-1}{r_i}} d\mu \\ &= \left[ - \left( \frac{1}{\frac{N-1}{r_i} + 1} \right) \frac{(\mu_H - \mu)^{\frac{N-1}{r_i} + 1}}{(\mu_H - \mu_i)^{\frac{N-1}{r_i}}} \right]_{\mu_i}^{\mu_H} \\ &= \frac{r_i(\mu_H - \mu_i)}{N + r_i - 1} \end{aligned} \quad (19)$$

- Dans le cas d'une distribution uniforme, la fonction de mise pour un entrepreneur est donc donnée par :

$$b(\mu_i) = \frac{r_i \mu_H + \mu_i(N - 1)}{N + r_i - 1} \quad (20)$$

Cette fonction est bien croissante en  $\mu_i$  et satisfait bien  $b(\mu_H) = \mu_H$

#### 4. Impact des contraintes sur les prix

- Nous avons vu que sans contrainte sur les prix,  $\theta_i = 0$  pour tout entrepreneur  $i$  alors que si des contraintes sont imposées  $\theta_i > 0$  pour tout  $i$ . Nous pouvons donc obtenir directement l'impact de ces contraintes sur les mises globales des entrepreneurs  $S_i$  en regardant l'impact d'une augmentation de  $\theta_i$  sur  $\mu_i$ .
- De part la définition de  $\mu_i$  donnée en (8), si  $\theta_i$  devient strictement positif alors toutes les valeurs de  $\mu$  augmentent (y compris  $\mu_L$  et  $\mu_H$ ) pour des valeurs données de  $C_i$  et  $\lambda_i^*$ .
- On peut alors conclure que ***l'imposition de contraintes comme celles résultant de l'application de la règle de proportionnalité va augmenter la mise globale  $S_i$  de chaque entrepreneur  $i$ .***
- Cette analyse montre que le raisonnement général sous-jacent à ce résultat est l'équivalence entre l'application de la règle de proportionnalité et l'augmentation des coûts des entrepreneurs. Nous sommes dès lors confiants que le résultat de notre analyse pourra être obtenu dans des contextes plus généraux.

## Annexe 3: débalancement du prix de l'article 4342

Tableau A3-1: Écart du prix de l'article 4342 par rapport à la moyenne

Numéro d'appel d'offres	Soumission									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1194</b>	13,9 %	-18,3 %	-4,6 %	9,0 %						
<b>1202</b>	-89,6 %	11,1 %	14,1 %	64,5 %						
<b>1204</b>	-84,4 %	-9,0 %	100,0 %	-6,6 %						
<b>1218</b>	-92,2 %	-84,4 %	-29,6 %	79,1 %	-21,8 %	-21,8 %	16,8 %	-49,9 %	48,6 %	155,0 %
<b>1221</b>	-38,8 %	-38,8 %	-6,7 %	74,9 %	9,4 %					
<b>1226</b>	-12,5 %	44,9 %	-45,4 %	5,5 %	7,5 %					
<b>1232</b>	-10,3 %	-13,8 %	-61,1 %	85,3 %						
<b>1233</b>	-37,4 %	23,0 %	25,2 %	64,1 %	-75,0 %					
<b>1234</b>	-83,1 %	-59,0 %	-23,2 %	165,3 %						
<b>1241</b>	-23,6 %	-89,3 %	-37,6 %	-32,4 %	44,1 %	138,8 %				
<b>1242</b>	-1,6 %	-54,0 %	-72,4 %	28,7 %	99,4 %					
<b>1243</b>	-70,4 %	-24,0 %	-44,2 %	31,4 %	16,3 %	91,0 %				
<b>1244</b>	-75,3 %	-82,9 %	8,5 %	154,4 %	-4,8 %					
<b>1249</b>	-55,0 %	-82,7 %	-87,2 %	-71,4 %	23,8 %	129,0 %	-42,8 %	186,3 %		
<b>1262</b>	-89,3 %	-23,2 %	-64,4 %	-83,6 %	-17,5 %	-92,9 %	29,0 %	47,7 %	326,8 %	-32,4 %
<b>1263</b>	3,6 %	-86,2 %	-48,4 %	-54,6 %	45,0 %	99,8 %	3,2 %	37,6 %		
<b>1268</b>	-71,9 %	-88,1 %	-4,7 %	190,2 %	45,7 %	47,7 %	-90,5 %	-28,5 %		
<b>1269</b>	-86,1 %	55,3 %	-6,5 %	-18,9 %	0,4 %	55,9 %				
<b>1271</b>	-88,8 %	-83,2 %	-29,8 %	13,1 %	12,3 %	85,3 %	61,9 %	29,1 %		



1130, rue Sherbrooke Ouest, bureau 1400, Montréal (Québec) H3A 2M8

Tél. : 514-985-4000 • Téléc. : 514-985-4039

[www.cirano.qc.ca](http://www.cirano.qc.ca) • [info@cirano.qc.ca](mailto:info@cirano.qc.ca)

Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations  
Center for Interuniversity Research and Analysis on Organizations