



Politiques environnementales

Les retombées économiques prévues du marché du carbone conjoint entre la Californie et le Québec

Mark Purdon

*Chercheur invité au CÉRIUM
Spécialiste en politiques environnementales
et développement durable*

Nathalie Sinclair-Desgagné¹

*Senior Associate, Sustainability & Climate
Change, PriceWaterhouseCoopers, Londres*

Quelles seront les retombées économiques du jumelage des systèmes de plafonnement et d'échange de droits d'émission (SPEDE) de la Californie et du Québec et comment peut-on mieux comprendre ce dossier complexe?

Les SPEDE indépendants de la Californie et le Québec sont entrés en vigueur en janvier 2013 et ont été officiellement liés en avril de cette année. Bien qu'ils émanent principalement de lois adoptées de façon autonome par les gouvernements de l'État et de la province en cause, les SPEDE des deux juridictions sont basés sur les lignes directrices établies par la *Western Climate Initiative* (WCI), une organisation intergouvernementale infranationale à adhésion volontaire créée en 2007 (Klinsky, 2013). Si le jumelage des

The economic impact of a joint carbon market between California and Québec

Résumé français : p. 15

Summary: A comprehensive review of published economic research on the impacts of linking cap-and-trade systems of California and Québec indicates that, compared to a scenario where the cap-and-trade systems are not linked, their linkage leads to a net gain for both jurisdictions. During the 2013-2020 period, economic models estimate Québec may reduce the costs of achieving its emission reduction target by 20%-51% through the purchase of 14.4 to 18.3 MtCO₂e of emission allowances from California, which represents an investment of \$ 428 to \$ 644 million in that state. This review also indicates that carbon offset credits have a significant impact on total costs of the cap-and-trade systems and that more attention to their regulation is justified. The limited number of economic models that serve as the basis of the above findings is however disquieting. It should be noted that the price of emission allowances observed during allowance auctions to date are significantly lower than those anticipated in the few economic models available. This gives reason to continue to monitor the evolution of California's and Québec's historic efforts to reduce emissions in North America.

¹ Les résultats et opinions présentés dans cette publication sont entièrement la responsabilité des auteurs et n'engagent pas PriceWaterhouseCoopers ni ses membres.

SPEDE Californie-Québec s'avère probant pour la réduction plus rentable de leurs émissions agrégées, on peut espérer que d'autres États et provinces se rallieront à la WCI.

La Chaire d'études politiques et économiques américaines (CÉPÉA) est affiliée au Centre d'études et de recherches internationales de l'Université de Montréal (CÉRIUM) et bénéficie de l'appui financier du ministère des Relations internationales et de la Francophonie du Québec.

La série « Notes & Analyses » publie des notes de synthèse ou des analyses plus approfondies, en français ou en anglais, produites dans le cadre des activités de la CÉPÉA. Pour recevoir ces textes au moment de leur parution et des informations sur nos activités, inscrivez-vous à notre liste d'envoi en écrivant à : cepea@umontreal.ca.

La responsabilité éditoriale de la série est partagée par l'équipe des chercheurs de la CÉPÉA. Le contenu des textes de cette série n'engage que leurs auteurs. © CÉPÉA 2015

La mise en œuvre réussie des SPEDE entre le Québec et la Californie pourrait également servir de modèle pour un éventuel mécanisme fédéral, voire continental, de fixation du prix du carbone. Le SPEDE conjoint Californie-Québec constitue le deuxième plus grand système d'échange de droits d'émissions dans le monde, après le Système communautaire d'échange de quotas d'émissions (SCEQE) de l'Union européenne.

Un SPEDE est un instrument de politique qui permet la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) de manière efficace, c'est-à-dire au plus bas coût possible. Dans le cadre d'un SPEDE, le gouvernement établit un quota d'émissions collectif, appelé « plafond », pour les entités ou les firmes d'un secteur particulier de l'économie.

La Californie s'est engagée à réduire ses émissions au niveau de 1990 d'ici 2020, alors que le Québec s'est quant à lui fixé comme objectif de les ramener à 20 % sous le niveau de 1990 au cours de la même période. Une fois qu'un plafond d'émissions à ne pas dépasser est fixé par le gouvernement, ce dernier émet des droits d'émission que doivent se procurer les entreprises pour chaque tonne de GES qu'elles relâchent dans l'atmosphère.

Chaque droit d'émission représente un permis d'émettre une tonne de « CO₂ équivalent » parce que le dioxyde de carbone est le GES le plus important et que l'effet du réchauffement climatique d'autres GES sont

mesurés par rapport à lui. Ces droits d'émission peuvent être échangés entre entreprises selon le jeu de l'offre et de la demande. Ainsi, les entreprises dont les coûts de réductions sont élevés peuvent acheter des droits d'émissions des entreprises dont les coûts sont relativement bas et, de cette manière, trouver le chemin le plus rentable pour réduire leurs émissions. Cette flexibilité permet d'encourager à la fois l'innovation et l'investissement dans les secteurs qui démontrent une bonne performance environnementale. C'est aussi à travers les échanges de droits d'émission sur le marché qu'un prix du carbone émerge.

Dans ce qui suit, nous traitons des tendances en matière d'émissions de chaque État et de l'évolution de leur SPEDE dans le cadre de la WCI et de leurs politiques complémentaires. Une partie importante de cette note de recherche est dédiée à l'analyse des avantages économiques auxquels la Californie et le Québec peuvent s'attendre en liant leur système d'échange de droits d'émissions et sert de mise à jour à l'analyse précédente (Purdon et al., 2014). L'ajout important de la présente étude est un accès à des données plus récentes, incluant celles de la première enchère commune de quotas d'émission en novembre 2014. L'analyse économique principale est cependant toujours limitée à deux études sur les impacts économiques de couplage des SPEDE de la Californie et du Québec (CARB, 2012b; WCI Economic Modeling Team, 2012).

L'accent continue d'être mis sur le prix des droits d'émissions et les coûts globaux de réduction des émissions et les gains pour la Californie et le Québec provenant du couplage de leur SPEDE. À ce stade-ci, selon nous, il n'existe aucune étude notoire sur les impacts économiques de la politique climatique de la Californie et du Québec au niveau des consommateurs individuels, tels que sur le prix de l'essence à la pompe ou le prix de l'électricité (Desjardins, 2014).² De plus, l'État de Washington a indiqué en décembre 2014

² Le ministère des Finances du Québec estime que l'impact initial du marché du carbone sur le prix du litre d'essence devrait se situer entre 1 et 2 cents (Desjardins, 2014).

qu'il pourrait rejoindre le marché du carbone initié par la Californie et le Québec (Doan, 2014). L'impact de son entrée sur le marché n'a pas été pris en compte dans la présente note de recherche.

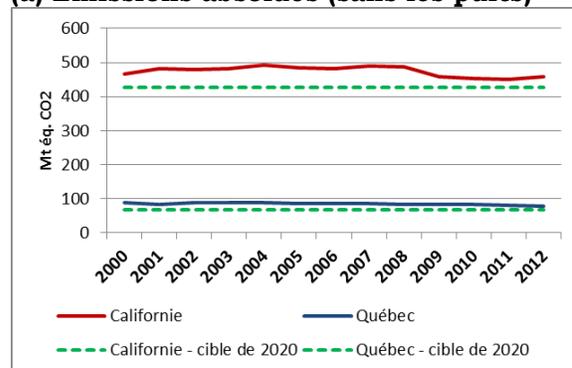
Tendances des émissions en Californie et au Québec

En termes absolus, les niveaux d'émission de la Californie et du Québec varient beaucoup. La Californie, qui figure parmi les plus grandes économies mondiales, produit près de six fois plus d'émissions que le Québec. Les données les plus récentes ont été recueillies en 2012 et indiquent que les émissions brutes de la Californie atteignaient alors 458,7 MtCO₂éq comparativement à 78,3 MtCO₂éq pour le Québec (figure 1a). Toutefois, ramenés au nombre d'habitants, les niveaux d'émission de la Californie sont à peine plus élevés que ceux du Québec. De plus, les émissions des deux États ont diminué de façon significative depuis l'an 2000, respectivement de 2% et 11% pour la Californie et le Québec. Les émissions par habitant de la Californie sont passées de 13,7 tCO₂éq à 12,1 tCO₂éq alors que celles du Québec ont chuté de 12,0 tCO₂éq à 9,7 tCO₂éq (figure 1b). Puisque ces tendances font référence aux émissions globales des deux États, et non seulement aux émissions visées par leur SPEDE respectif, elles démontrent ainsi leur profil initial en matière d'émissions de GES.

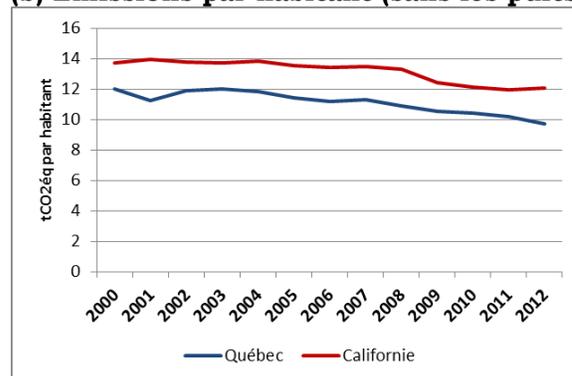
En termes d'intensité économique des émissions (tCO₂éq par unité de produit intérieur brut [PIB]), la Californie a produit 281 tCO₂éq par million de dollars américains de PIB en 2000 pour chuter à 228 tCO₂éq par million de dollars américains de PIB en 2012 (figure 1c).

Figure 1: Tendances historiques des émissions de la Californie et du Québec, 2000-2012

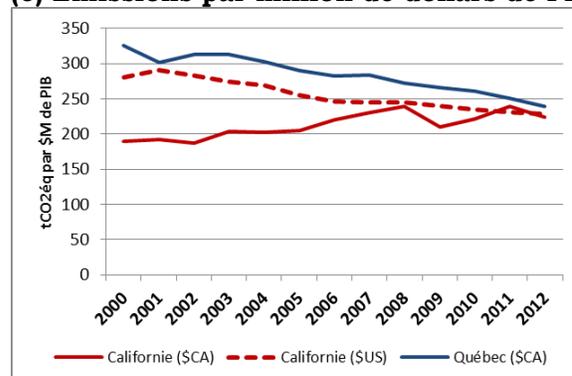
(a) Émissions absolues (sans les puits)



(b) Émissions par habitant (sans les puits)



(c) Émissions par million de dollars de PIB*



Sources : (i) Québec – émissions (MDDEFPQ, 2013a; MDDEPQ, 2006; 2007; 2008; MEQ, 2002), population (Statistics Canada, 2014a), PIB (Statistics Canada, 2014b); Taux de change (Bank of Canada, 2014); émissions du Canada, excluant l'UTCATF (UNFCCC, 2014); (ii) Californie – émissions (CARB, 2013a), population (US Census Bureau, 2012), PIB (California Department of Finance, 2014), émissions des États-Unis, excluant l'UTCATF (UNFCCC, 2014). Notez que les taux de change sont des moyennes annuelles historiques, qui peuvent cacher des variations considérables.

Tableau 1: Pourcentage des émissions par secteur économique, 2010 (MtCO₂éq)

	Californie	Québec
Transports	38 %	42 %
Électricité	21 %	0 %
Industrie	19 %	20 %
Résidentiel/Commercial	10 %	11 %
Agriculture	7 %	8 %
Gaz industriels	3 %	13 %
Déchets	2 %	6 %

Sources : Québec (MDDEFQ, 2013a); Californie (CARB, 2013a)

On retrouve une tendance similaire au Québec, avec les montants convertis en devises canadiennes, c'est-à-dire de 326 tCO₂éq par million de dollars canadiens de PIB en 2000 à 239 tCO₂éq par million de dollars canadiens de PIB en 2012. Lorsqu'elle est convertie en dollars canadiens, l'intensité des émissions de la Californie est passablement plus faible pour la période 2000-2008, ce qui s'explique en grande partie par la faiblesse du dollar canadien, qui a connu un creux historique par rapport au dollar américain en 2000. Des différences significatives sont observables lorsqu'on compare les émissions des deux États par secteur (tableau 1).

Bien que le secteur des transports constitue la plus grande source d'émissions dans les deux cas, la production d'électricité est au deuxième rang des sources d'émissions de la Californie, alors que son incidence est minimale au Québec. Cela est dû aux vastes ressources hydroélectriques de la province qui dominent ses sources d'approvisionnement énergétique (MDDEFQ, 2006). Par ailleurs, les gaz industriels comptent pour une plus grande portion des émissions au Québec en raison de l'importance de l'industrie de l'aluminium qui est une grande émettrice de GES (Houle, 2007: 83) et qui constituait 4 % du PIB du Québec en 2012 (Deloitte, 2013: 16).

D'autres recherches seraient nécessaires pour comprendre les implications de l'entrée de l'État de Washington sur le marché du carbone. À bien des égards, le portrait de l'environnement de l'État de Washington ressemble plus à celui du Québec qu'à celui de la Californie. En 2010, les émissions totales

s'élèvent à 96,1 MtCO₂éq et le secteur des transports est la principale source d'émissions, en raison de relativement grandes ressources hydroélectriques de l'État (DofE, 2012). Néanmoins, les émissions par habitant de Washington sont en fait légèrement plus élevées que la Californie à 14,2 tCO₂éq par habitant en 2010 (*Ibid.*).

Élaboration des politiques climatiques en Californie et au Québec

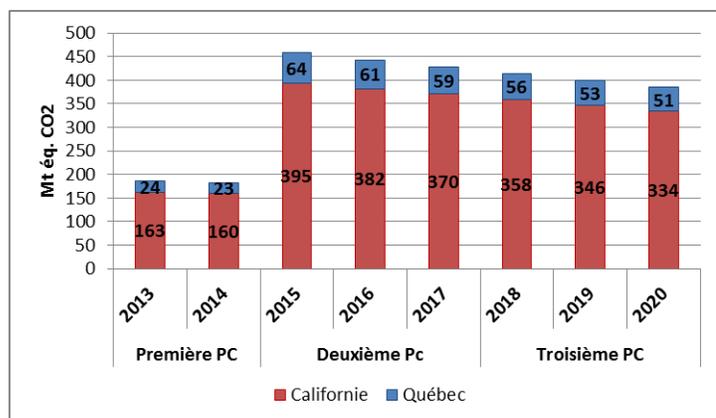
En raison de leur harmonisation dans le cadre de la WCI, les SPEDE des deux États sont similaires à bien des égards, bien que certaines différences subsistent. Pour cette note de recherche, nous avons combiné les résultats de notre analyse indépendante des politiques climatiques de la Californie et le Québec avec d'autres résumés de leur SPEDE respectif (EDF et IETA, 2012; IETA, 2012a; b). Bien que notre analyse se concentre sur les SPEDE, il est primordial de préciser que, tant en Californie qu'au Québec, le SPEDE ne constitue qu'un élément d'un ensemble de politiques climatiques.

Engagements en matière de réduction des émissions

La Californie s'est engagée à ramener ses émissions au niveau de 1990 d'ici 2020, alors que le Québec vise à réduire ses émissions de 20 % sous le niveau de 1990 au cours de la même période. Il est utile de séparer ces engagements en catégories comparables en utilisant l'année 2005 comme année de référence commune à la WCI. Tel que le démontre la figure 1a, la Californie s'est engagée à ramener ses émissions nettes à 427 MtCO₂éq d'ici 2020 et la cible de réduction de 2020 du Québec est de 67,1 MtCO₂éq. En Californie, le plafond 2013-2020 couvre des émissions de 2509 MtCO₂éq, tandis que le plafond du Québec couvre 390 tCO₂éq—c'est-à-dire que le marché californien a environ six fois la taille du marché québécois.

En réalité, seule une fraction des réductions d'émissions sera réalisée par chacun des États en vertu de son SPEDE, lequel est divisé en trois périodes de conformité (figure 2).

Figure 2 : Plafonnements annuels décrétés par la Californie et le Québec pour les trois premières périodes de conformité (2013-2020)



Sources : California Cap Regulations (tableau 6-1); Règlement du Québec concernant la détermination des droits d'émission (s. 1).

Au cours de la première période, de 2013 à 2014, le plafond couvrira les émissions des secteurs énergétique et industriel, qui sont à l'origine respectivement d'environ 36 % et 29 % des émissions totales de la Californie et du Québec. En 2015, soit au début de la deuxième période de conformité, le secteur des transports sera ajouté aux secteurs assujettis au plafond, qui couvrira alors environ 87 % et 77 % des émissions totales de chaque État. De 2015 à 2020, le plafond sera réduit d'environ 3 % et 4 % par année en Californie et au Québec, respectivement.

Sources et puits d'émissions

Les sources d'émissions couvertes par les SPEDE de la Californie et du Québec sont essentiellement les mêmes. Toutefois, les deux États n'accordent pas la même importance au rôle que peuvent jouer l'utilisation des terres et les puits de carbone forestiers dans la réduction des émissions (voir tableau 2). On s'attend à ce que l'aménagement forestier durable en Californie entraîne une élimination des émissions de l'ordre de 5 Mt éq. CO₂ d'ici 2020, même si l'élimination des émissions de ce secteur n'est pas réglementée par son SPEDE.

Tableau 2: Sources et puits d'émissions du SPEDE de la Californie et du Québec*

Sources d'émissions

Sources couvertes

- 2013-14**
- L'extraction minière et les carrières, l'extraction de pétrole et de gaz naturel
 - La production, la transmission et la distribution d'électricité
 - La distribution du gaz naturel
 - La production de vapeur et le conditionnement de l'air
 - L'industrie manufacturière
 - Le transport de gaz naturel par pipeline
- 2015-20**
- Les distributeurs de combustibles fossiles incluant l'essence, le diesel, le propane, le gaz naturel et le mazout léger
 - Le CH₄ provenant des raffineries de pétrole
 - Le CH₄ et le N₂O provenant du traitement anaérobie des eaux usées, des raffineries de pétrole, des papeteries et de la production de produits pétrochimiques
 - Les émissions de CO₂, de CH₄, et de N₂O provenant du transport et de la distribution du gaz naturel

Sources non couvertes

- Les émissions associées au transport aérien et maritime
- Les hydrocarbures utilisés comme matière première par les industries chimique et pétrochimique
- Le CO₂ provenant de la combustion ou la fermentation de la biomasse
- Le CH₄ provenant du stockage de charbon
- Le CO₂, le CH₄, et le N₂O provenant de l'équipement mobile utilisé sur le site

Puits d'émissions

Californie : puits couverts

- 2013-20**
- Les forêts californiennes sont actuellement considérées comme des puits de carbone. Toutefois, plusieurs facteurs tels les feux de forêt et le changement d'affectation des terres forestières peuvent entraîner une diminution des puits de carbone. La Californie mettra sur pied un mécanisme de maintien des stocks de carbone.

Québec : puits non couverts

- Le Québec (et le Canada) ont choisi d'exclure les puits de carbone

Sources : CARB (2008); NRCAN (2007); Ali et al. (2009); Le Goff (2009)

Les mesures forestières font néanmoins partie intégrante des protocoles de crédits compensatoires de l'État de Californie, crédits d'émission qui peuvent être utilisés à l'intérieur du SPEDE. En revanche, le Québec (et le Canada) ont choisi d'exclure les puits de carbone de leur système de peur que les forêts constituent une source nette d'émissions en raison des changements climatiques (Ali et al., 2009; Le Goff et al., 2009; NRCan, 2007). Le Québec est toutefois en train de développer des protocoles de compensation carbone dans le secteur forestier.

Règles concernant l'allocation gratuite des droits d'émission

L'un des avantages politiques du SPEDE est la souplesse qu'il offre grâce à l'allocation gratuite de droits d'émission, répondant ainsi aux préoccupations en matière de compétitivité, particulièrement pour les secteurs économiques à forte intensité d'émissions exposés aux échanges commerciaux. Par conséquent, les gouvernements du Québec et de la Californie ont choisi de distribuer les droits d'émission gratuitement au départ, notamment pour instaurer leur SPEDE, et d'en allouer d'autres graduellement par mise aux enchères. De 2015 à 2020, la portion de droits alloués gratuitement diminuera graduellement, alors que la quantité de droits attribués par mise aux enchères augmentera. Puisque les allocations possèdent une valeur réelle et procurent un avantage concurrentiel, leur distribution doit se faire de façon transparente.

L'allocation de droits d'émission dans le secteur de l'électricité a été particulièrement ardue en Californie en raison de la nécessité d'équilibrer les prix de l'électricité avec la politique climatique. Notons que l'électricité est la deuxième source d'émissions de GES de l'État californien, alors que la production d'énergie du Québec est relativement propre étant donné sa grande capacité hydroélectrique. La nécessité de concilier la réduction d'émissions et l'accessibilité à l'électricité a largement complexifié le processus d'allocation des droits d'émission en Californie.

Au Québec, le MDDEFP détermine chaque année le nombre d'unités d'émission qui seront attribuées gratuitement à chaque émetteur en fonction de niveaux de référence d'efficacité énergétique qui sont établis à l'aide des critères énoncés dans le règlement de la politique climatique. En 2013 et 2014, les droits d'émissions gratuits sont attribués en fonction de l'intensité moyenne des émissions de l'émetteur de 2007 et 2011 et ajustés selon leur production.

Au cours de la période de 2005 à 2010, l'allocation des droits d'émission était déterminée selon une cible d'intensité des émissions, adaptée aux différents secteurs industriels. Ainsi, les différentes activités industrielles étaient soumises à des normes d'émission plus ou moins strictes. Plus les cibles d'intensité des émissions diminuent, moins de droits d'émissions seront octroyés et davantage seront mis aux enchères.

Globalement, le nombre d'unités d'émissions distribuées gratuitement diminuera de façon progressive, entre 1 % et 2 % par an, à partir de 2015 (MDDEFPQ, 2013b). De son côté, le MDDEFP gardera en réserve 25 % des allocations jusqu'à l'année suivant celle où elles doivent être utilisées pour lui permettre de vérifier les émissions réelles de l'émetteur. Le Ministère ajustera alors la quantité de droits d'émission alloués en fonction des émissions réelles.

Le gouvernement du Québec a également adapté l'allocation de ses droits d'émission afin d'accommoder certains secteurs, notamment la production d'aluminium, qui constitue une source importante d'émissions, particulièrement en raison de l'utilisation de gaz industriels et d'autres procédés. Tout de même, au Québec, l'intensité des émissions de cette industrie est parmi les plus faibles au monde, même confrontée à une concurrence mondiale féroce (Deloitte, 2013). Par conséquent, le gouvernement du Québec a distribué des droits d'émissions gratuitement à tout le secteur plutôt que sur une base individuelle (comme c'est le cas pour les autres secteurs manufacturiers québécois).

Mise aux enchères des droits d'émission

La mise aux enchères des droits d'émission est une étape importante dans la détermination d'un prix du carbone tout autant que dans la génération de recettes par le SPEDE. Dans ce qui constitue une différence importante avec le SCEQE de l'Union européenne, la Californie et le Québec ont convenu de fixer un prix plancher aux enchères, soit 10 \$ par tCO₂éq pour les droits d'émission de 2013, qui est majoré annuellement de 5 % plus le taux d'inflation. Ceci est représenté par la ligne pointillée à la figure 3, alors que le prix de règlement réel résultant de ventes aux enchères est représenté par la ligne continue. Fait significatif : le prix plancher au Québec avait été établi à 15 \$ par tCO₂éq dans l'ébauche de règlement et a été modifié par la suite, probablement pour l'aligner au programme californien et faciliter le jumelage (IETA, 2012b).

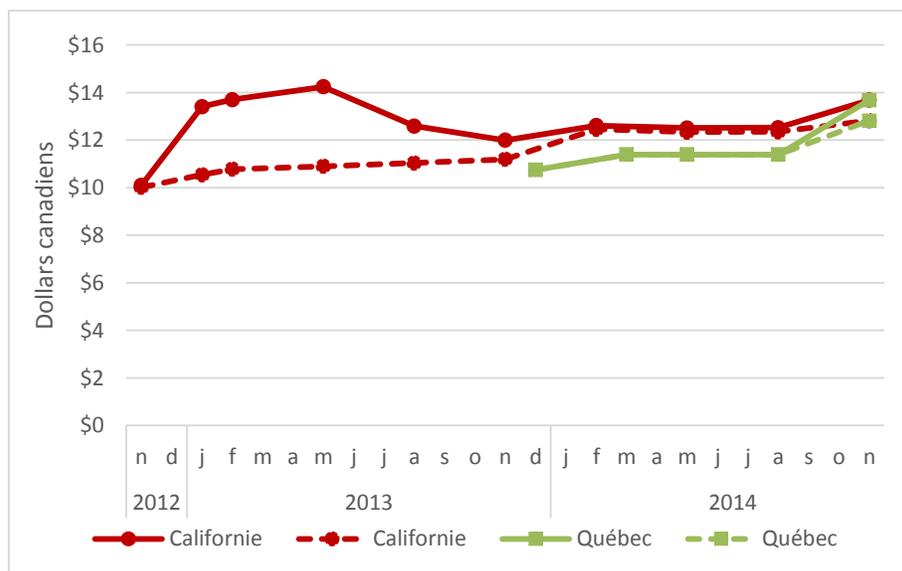
En novembre 2012, le *California Air Resources Board* (CARB) a mené ses premières enchères pour le millésime 2013 d'unités d'émission. Ces dernières ont été adjugées initialement à 10,10 \$ CA, pour ensuite atteindre 14,24 \$ CA en mai 2013 avant de retomber à environ 12,00 \$ CA lors des deux enchères les plus récentes (figure 3). Toutes les unités mises aux enchères en Californie ont été achetées, mais il ne faut pas oublier qu'elles ne comptaient que pour environ 40 % de tous les droits émis par l'État cette année-là, la différence ayant été distribuée gratuitement.

La première mise aux enchères québécoise a eu lieu en décembre 2013 et la seconde, en février 2014 (figure 3). Premier fait à observer : pour les premières quatre enchères, le prix de règlement concorde au prix plancher. Deuxièmement, étant donné le taux de change actuel, les prix des unités du Québec sont inférieurs à ceux de la Californie (11,39 \$ CA au Québec et 12,15 \$ CA en Californie). En contrepartie, on observe une forte augmentation de la quantité relative d'unités achetées, qui est passée de 34 % à

presque 100 %. Même son de cloche du côté de la Californie, ce qui suggère que le marché gagne en maturité et que les acheteurs s'y attendent davantage.

Le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et le CARB ont tenu une vente aux enchères conjointe d'unités d'émission de gaz à effet de serre le 25 novembre 2014. Le prix obtenu, à 13,68 \$ CA par unité, représente une augmentation du prix pour toutes les ventes aux enchères précédentes en 2014. Cependant, la hausse des prix est plus importante du point de vue du Québec. Par rapport au mois d'août, le prix a augmenté de 20% pour le Québec et seulement de 9% pour la Californie.

Figure 3 : Prix des enchères en dollars canadiens, 2012-14 (millésimes 2013/14)



Sources : CARB (2012a; 2013b; c; d; e; 2014a; b; c); MDDEFPO/MDDELCC (2013c; 2014; 2014a; b); MDDELCC et CARB (2014)

Mécanismes de contrôle des prix, incluant les crédits compensatoires

La WCI autorise ses partenaires à utiliser certains mécanismes de contrôle des prix afin de permettre aux gouvernements d'empêcher que les prix du carbone soient trop élevés ou trop bas (WCI, 2010: 11-13). Comme nous l'avons suggéré plus tôt, les mécanismes de

contrôle des prix associés au marché du carbone de la Californie et du Québec le distinguent du SCEQE de l'Union européenne. Tout d'abord, limiter les enchères par un prix plancher garde les unités d'émissions hors du marché dans la situation où une demande trop faible entraînerait un prix inférieur à un seuil acceptable. Ce dispositif aide à corriger une surallocation malencontreuse de droits d'émission. Le système européen, en particulier, a été en proie à des changements importants dans les prix déductions (Ellerman et Buchner, 2008). Mais il y a d'autres dispositifs pour contrôler les prix (tableau 3).

Tableau 3: Dispositifs pour régler les prix des droits d'émissions

-
- Prix plancher
 - Prix plafond
 - Mise en banque de droits d'émission
 - Limites de détention
 - Périodes pluriannuelles de conformité
 - Crédits compensatoires
-

Un prix plafond a aussi été adopté par la WCI. Dans ce cas, une réserve stratégique de limitation du prix des unités d'émission, administrée de manière indépendante par la Californie et le Québec, est utilisée pour retenir une portion des unités d'émission mises aux enchères chaque année et les mettre en circulation lorsqu'un prix prédéterminé est atteint. Le cas échéant, les réserves peuvent être utilisées pour ajuster la quantité d'émissions gratuites attribuées aux émetteurs.

La mise en banque de droits d'émission donne aux entités couvertes la possibilité de répartir leurs droits d'émission au fil du temps, à leur guise. La WCI permet une mise en banque illimitée, mais les émetteurs et les participants au marché sont soumis à une limite de détention. Les limites de détention déterminent la quantité de droits d'émission qui ne sont pas destinés à la période de conformité en cours et que l'émetteur ou le participant au marché peut conserver pour un usage futur. Les périodes pluriannuelles de

conformité offrent aux entités couvertes une certaine flexibilité puisque les efforts de réduction d'émissions peuvent nécessiter un certain temps à être mis en place (particulièrement dans les premières années du programme).

Enfin, en Californie comme au Québec, les crédits compensatoires peuvent aussi être utilisés pour aider les entités Californiennes et Québécoises à atteindre leurs objectifs de réduction des émissions. L'idée derrière la création de crédits compensatoires est qu'il existe des occasions de réduire les émissions à faible coût dans des secteurs et des endroits à l'extérieur du groupe d'entités qui sont tenues de respecter un SPEDE pour réduire leurs émissions collectives. Les crédits compensatoires de carbone sont considérés comme étant entièrement fongibles avec les droits d'émission et représentent un autre moyen pour les entreprises de respecter leur plafond à faible coût. Ces projets de compensation peuvent être entrepris n'importe où en Amérique du Nord. C'est important parce que le même type de projet de compensation carbone pourrait être moins onéreux à mettre en œuvre au Dakota du Nord, par exemple, qu'en Californie ou au Québec.

Présentement, seul un nombre limité de ce type de projets est permis au Québec: la réduction de méthane issue de la gestion améliorée du fumier, la réduction de méthane pour les sites d'enfouissement et la réduction de certaines substances détruisant la couche d'ozone—bien qu'il y ait aussi des discussions à propos d'un protocole de compensation de carbone pour les forêts. Il est à noter qu'il existe quelques autres types de projet autorisés par le gouvernement de la Californie dans le cadre du système de compensation: la capture du carbone dans les projets de forêts urbaines aux États-Unis et, bien que ce ne soit pas encore finalisé, la réduction du méthane dans les opérations minières et la culture du riz. Dans le marché du carbone Québec-Californie, des compensations dans chacun de ces lieux pourront être achetées.

Toutefois, il y a des préoccupations importantes vis-à-vis des crédits compensatoires. Premièrement, il est question de savoir si les crédits de carbone constituent de

véritables réductions d'émissions et si elles sont tout à fait équivalentes avec les réductions nationales d'émissions contre lesquelles elles sont échangées (Purdon, 2012; Purdon et Lokina, 2014; Wara, 2008; Zhang et Wang, 2011). Des inquiétudes ont également été soulevées quant au « risque moral » lié aux crédits compensatoires, qui auraient plutôt l'effet de dissuader les États qui les utilisent de se lancer dans de coûteux changements structuraux locaux pour réduire leurs émissions (Neuhoff et Vasa, 2010; Simpson et al., 2007). Comme discuté plus en détail ci-dessous, les modèles économiques suggèrent que le nombre de crédits compensatoires dans les SPEDE a un impact important sur les prix des droits d'émission.

Les gouvernements de la Californie et du Québec semblent prendre ces questions au sérieux et ils ont convenu d'une limite d'usage des crédits compensatoires. Une entité ne peut honorer plus de 8 % de son obligation de conformité avec des crédits compensatoires, peu importe la période de conformité. Le ratio est bien inférieur à celui permis en vertu de la WCI. Le tableau 4, ci-dessous, présente le calcul du montant des crédits de carbone créés par la limite d'utilisation de 8%.

Tableau 4 : Limites d'utilisation de compensation carbone (MtCO_{2e})

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
Californie	14,2	13,9	34,3	33,3	32,2	31,2	30,1	29,1	218,3
Québec	2,1	2,0	5,5	5,3	5,1	4,9	4,6	4,4	33,9
TOTAL	16,3	15,9	39,8	38,6	37,3	36,1	34,7	33,5	252,2

Une autre différence entre les programmes de crédits de carbone de la Californie et du Québec réside dans la manière d'assurer l'imputabilité des acheteurs et des vendeurs de crédits compensatoires. En Californie la question a été tranchée en créant des règles de « responsabilité de l'acheteur », en vertu desquelles les entités qui achètent les crédits sont tenues responsables si ces derniers s'avèrent illégitimes. Le système québécois est en apparence plus souple. Le gouvernement a

mis en place un compte d'intégrité environnementale. On y inscrit un petit pourcentage de tous les crédits compensatoires de manière à créer une réserve, sur la base du postulat que certains crédits sont d'une moindre fiabilité.

Il y a aussi beaucoup d'intérêt pour une autre initiative, qui est semblable aux compensations de carbone, mais qui a évolué de manière indépendante: *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation* (réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts), communément appelée par son acronyme anglais, REDD+. Le déboisement est l'une des plus grandes sources d'émissions dans les pays en développement, et on estime que des réductions importantes pourraient être effectuées dans ce secteur à un coût relativement faible. La Californie, en collaboration avec d'Acre (Brésil) et le Chiapas (Mexique), a créé le *REDD Offset Working Group*. En 2013, ce groupe a produit une série de recommandations sur la façon de concevoir un système juridictionnel conforme pour REDD+ et de lier ce programme au système de plafonnement et d'échange de la Californie (ROW, 2013). Bien que le Québec n'ait pas encore mis en place d'initiative REDD+, l'intérêt pourrait croître à mesure que les marchés du carbone du Québec et de la Californie progressent.

Politiques complémentaires

Le trait marquant de la stratégie du Québec, mais aussi de celle de la Californie, est que le SPEDE n'est qu'une partie de la politique globale sur le climat. Les deux juridictions atteindront la majeure partie de leur objectif de réduction des émissions grâce à des politiques complémentaires au marché du carbone, le SPEDE servant de mesure incitative à la réduction d'émission ainsi qu'à lier les

différentes composantes de leur stratégie. Une métaphore est peut-être utile. Si les politiques complémentaires sont les articles d'épicerie individuels, le SPEDE est le panier d'épicerie qui les tient toutes ensemble.

En Californie, l'État compte atteindre 85 % de ses objectifs de réduction d'émissions d'ici 2020 par l'entremise de ses politiques complémentaires. Les politiques les plus importantes instaurées en Californie sont : les normes d'émissions de GES des véhicules légers de la Californie (*California Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Standards*), les règlements concernant l'efficacité énergétique (*Energy Efficiency Regulations*), la norme de portefeuilles renouvelables (*Renewables Portfolio Standard*) et la norme de carburant à faibles émissions de carbone (*Low Carbon Fuel Standard*). La Californie a estimé les réductions d'émissions associées à chacune de ces mesures complémentaires (CARB 2008 : 17).

Au Québec, d'importantes politiques complémentaires sont déployées dans le cadre du *Fonds vert*, une composante du *Plan d'action 2006-2012* prolongée jusqu'en 2015, ainsi que dans des éléments du *Plan d'action 2013-2020*, comprenant la promotion du transport en commun et la modification de la composition du parc automobile québécois pour le rendre moins polluant (MDDEFP 2005, 2012 : 54-55). L'effet attendu de ces politiques sur les émissions du Québec n'est pas clair. Le *Plan d'action 2013-2020*, le plus récent, ne comporte pas d'estimation des réductions d'émissions prévues pour chaque programme. Toutefois, il est permis de croire que ces estimations seront bientôt rendues publiques et qu'elles démontreront le rôle important que joueront les politiques complémentaires du Québec dans la réduction des émissions.

Les bénéfices prévus du SPEDE conjoint Californie-Québec

Les transactions dans un marché lié présenteraient des avantages pour la Californie comme pour le Québec : un État peut acheter des droits à un coût inférieur que celui commandé par les modifications aux fins de réduction, alors que l'autre peut vendre ses droits surnuméraires et réduire ainsi ses coûts

d'ensemble. Il est toutefois important de considérer l'ampleur et la direction de l'échange de droits en regard des coûts que la Californie et le Québec subiraient s'ils choisissaient de ne pas lier leur SPEDE. Cependant, il est difficile de trouver des études comparant les coûts de réduction des émissions de façon indépendante en Californie et au Québec par rapport aux coûts de lier leur SPEDE. Ci-dessous, voici un résumé des coûts envisageables pour la Californie et le Québec dans leur démarche de réduction des émissions ainsi que des répercussions anticipées des échanges de droits d'émission.

À la lecture de ces estimations de coûts, il est important de souligner qu'il s'agit de prévisions économiques établies sur la base d'hypothèses avancées sur les économies de la Californie et du Québec. L'utilisation de modèles économiques pour la prédiction des effets attendus des politiques climatiques est une opération extrêmement complexe. Au meilleur de nos connaissances, les répercussions économiques du jumelage des SPEDE de la Californie et du Québec n'ont été étudiées que par le *California Air Resources Board* (CARB, 2012b) et la WCI (WCI Economic Modeling Team, 2012). Il existe aussi une étude plus récente réalisée par la firme québécoise EcoRessources (2013) qui porte uniquement sur les prix des droits d'émissions des SPEDE déjà liés. Dans cette note de recherche, nous n'utilisons que des résultats de CARB et WCI.

En ce qui concerne ces modèles économiques, une discussion sur les taux d'actualisation dans l'évaluation de l'impact économique des politiques climatiques est aussi justifiée. Dans cette étude, nous ne comparons pas les gains futurs en contrepartie d'un investissement actuel et ne tentons pas de déterminer le coût de l'inaction face aux changements climatiques, ce qui aurait nécessité un taux d'actualisation sur les gains futurs. Mais encore, nos prédictions se basent sur des gains à court-terme (jusqu'à 2020) et l'ajout d'un taux d'actualisation ne changerait ni l'ordre de grandeur ni la tendance des gains pour la Californie et le Québec. L'absence de considération des risques associés aux gains futurs au moyen de l'actualisation illustre l'approximation des

résultats présentés ici. Pour une discussion plus élaborée sur le rôle des taux d'actualisation dans la compréhension de l'économie des changements climatiques, on peut se référer aux travaux de Stern (2006; 2009: 74-98) et Nordhaus (2007).

Avec ces mises en garde, les résultats présentés ici ne devraient pas être considérés comme définitifs. L'expérience générale tirée de l'utilisation de modèles économique pour prédire les effets de la mise en place de politiques montre qu'ils tendent à surestimer les coûts requis pour atteindre les objectifs de réductions d'émissions par rapport à la réalité. Néanmoins, les modèles offrent un aperçu des coûts et des bénéfices en lien avec l'échange de droits et renseignent sur la vision stratégique des décideurs.

Le coût de la réduction des émissions de façon indépendante

Puisque les occasions de réduire les émissions pour les industries québécoises s'annoncent plus difficiles à trouver que pour leurs vis-à-vis en Californie, le coût de conformité aux politiques climatiques est plus élevé au Québec (tableau 5). Étant donné les ressources hydroélectriques du Québec, l'intensité des émissions de son économie est moindre que celle de la Californie et, par conséquent, les modèles économiques actuels anticipent que les occasions de réduire davantage les émissions sont, de manière générale, d'un coût supérieur à ce qui est observable en

Californie. Les modèles économiques démontrent aussi que la variation dans l'estimation des prix des droits d'émission est influencée par l'usage de crédits compensatoires, alors les prix en Californie semblent plus sensibles que ceux du Québec.

En l'absence d'un SPEDE, les modèles économiques ont estimé le prix des droits d'émission pour le Québec entre 37-43 \$ US par tCO₂éq, en fonction de la quantité de crédits compensatoires utilisées. Le premier prix dans cette gamme (37 \$ US) est un scénario où les compensations de carbone sont utilisées pour atteindre 6% du total des émissions de réductions (Scénario : Haute utilisation des crédits). Le prix des droits d'émission augmente considérablement à 43 \$ US lorsque seulement 4% des réductions totales sont atteints grâce à des crédits de carbone (Scénario : Faible utilisation des crédits). D'ici 2020, les modèles économiques ont estimé que les prix des droits d'émission dans les marchés isolés au Québec atteindraient 59-69 \$ par tCO₂éq. Une utilisation plus restreinte des crédits compensatoires n'augmente que légèrement le prix des droits d'émissions, d'environ 17%. Il n'y a pas de modèles disponibles illustrant la situation où aucun crédit compensatoire n'est utilisé ou si le maximum de 8% des crédits compensatoires est utilisé.

En Californie, les modèles estiment qu'un SPEDE isolé donnerait lieu à des prix d'unités d'émission entre 15-34 \$ par tCO₂éq, et ce, aussi en fonction de la quantité de

Tableau 5: Estimation des impacts du jumelage sur le prix des droits d'émissions (\$US/tCO₂éq)

	Prix indépendant Californie		Prix indépendant Québec		Prix conjoint Californie-Québec	
	Haute utilisation des crédits	Faible utilisation des crédits	Haute utilisation des crédits	Faible utilisation des crédits	Haute utilisation des crédits	Faible utilisation des crédits
Prix 2013	15,0 \$ US	34,0 \$ US	37,0 \$ US	43,0 \$ US	15,8 \$ US	34,5 \$ US
Prix 2020	27,0 \$ US	54,0 \$ US	59,0 \$ US	69,0 \$ US	31,0 \$ US	55,0 \$ US

Sources : (CARB, 2012b: 84-86, 91-93; WCI Economic Modeling Team, 2012: 7)

crédits compensatoires utilisés. Ici l'utilisation des crédits compensatoires est plus importante. En 2020, les prix en Californie devraient atteindre 27-54 \$ par tCO₂éq. Une plus faible utilisation des crédits, allant de 6% à 4% des réductions globales, augmente les prix des droits d'émissions par un facteur de deux par rapport au scénario de haute utilisation des crédits.

Les résultats des mises aux enchères réelles de la Californie et du Québec suggèrent que, au moins pour la première période d'engagement, les projections qui découlent des modèles économiques ont surestimé les prix des quotas. En effet, à partir de 2013 et jusqu'en 2014, les prix des quotas d'émission au Québec ont été plus faibles qu'en Californie, et les deux territoires ont été en dessous de 14 \$ CA (12,50 \$US; voir figure 3). Toutefois, comme cela a été suggéré, ces tendances empiriques peuvent être en train de changer. Les résultats de la première enchère conjointe, en novembre 2014, qui ont été discutés ci-dessus, appuient cette interprétation. Par rapport au mois d'août, les prix ont augmenté de 20% pour le Québec et de seulement 9% pour la Californie.

Effets du jumelage sur les prix des droits d'émission

Comme les émissions en Californie sont presque six fois supérieures à celles du Québec, un prix commun serait largement déterminé par le marché californien, plus important. En ce qui concerne la première période de conformité, les modèles économiques ont indiqué les prix entre 15,8-34,5 \$ US par tCO₂éq, en fonction de la quantité de crédits compensatoires utilisés. Cette augmentation ne représente qu'un changement léger dans la perspective californienne. En contrepartie, les prix des droits d'émission dans un système lié sont bien inférieurs pour le Québec, par rapport à ceux dans un système non lié. Pour le millésime 2020, les modèles économiques prévoient que les prix des droits d'émission d'un système lié se situeront dans une fourchette de 31-55 \$ US par tCO₂éq.

En d'autres termes, le prix lié signifie une augmentation minimale pour la Californie (entre 1 % et 13 %), mais constitue une réduction significative pour le Québec avec des économies allant de 21 % à 57 % en comparaison avec le prix non lié. Cependant, on voit que la quantité des crédits compensatoires continue de jouer un rôle important sur le prix conjoint des droits d'émissions.

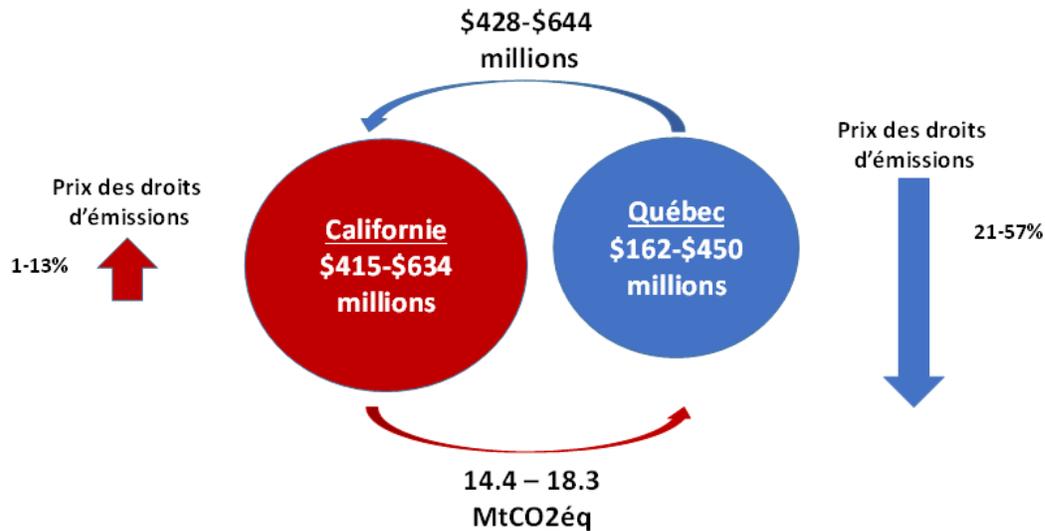
Bénéfices des échanges dans un marché du carbone lié

Le but d'un SPEDE lié entre la Californie et le Québec est de permettre aux entreprises dont les coûts de réductions sont élevés d'acheter des droits d'émissions des entreprises dont les coûts sont relativement plus bas et, de cette manière, trouver le moyen le moins coûteux de réduire leurs émissions. Quel est l'impact pour les économies du Québec et de la Californie du marché du carbone lié ?

Les modèles développés par le *California Air Resources Board* (CARB, 2012b) et la WCI (WCI Economic Modeling Team, 2012) indique que, en raison du différentiel de prix entre les droits d'émission de la Californie et du Québec, le Québec achètera des unités excédentaires de la Californie. Le modèle suggère aussi que le montant des unités que le Québec achèterait dépendrait des prix indiqués dans le tableau 5 ci-dessus. À des prix relativement bas à partir de 15,8 \$ US dans la première période d'engagement, où relativement plus de crédits compensatoires sont utilisés, le Québec achèterait 18,3 MtCO₂e par année à la Californie. À des prix relativement élevés, qui commencent à 34,5 \$ US, le Québec achèterait moins de quotas d'émission de la Californie, seulement 14,4 MtCO₂e par année.

La figure 4 décrit les impacts économiques de ce commerce de droits d'émission entre la Californie et le Québec. Si le SPEDE du Québec n'était pas lié à celui de la Californie, nous estimons que le coût de réduction de ces 14,4 à 18,3 MtCO₂e émissions par année varierait de \$806 millions à 878 millions de dollars, en fonction de la quantité de crédits de carbone utilisés. Les modèles économiques nous démontrent alors

Figure 4 : Gains escomptés des échanges entre la Californie et le Québec (2013-2020) par rapport à un scénario non lié



Sources : (CARB, 2012b: 84-86, 91-93; WCI Economic Modeling Team, 2012: 7). Voir l'annexe pour les calculs qui sont la base de cette figure.

que, pour la Californie, le coût de réduction de ses émissions - qui va au-delà de son propre objectif - varie de \$11 à \$44 millions de dollars US. Cependant, dans un marché du carbone non lié, la Californie n'aurait aucune raison d'aller chercher ces réductions supplémentaires elle-même. Elle ne chercherait à répondre qu'à son propre plafond de réduction des émissions.

Les modèles économiques indiquent qu'un jumelage des SPEDE permet au Québec de faire baisser ses coûts par l'achat d'unités californiennes, pour un montant total de \$428 à \$644 millions de dollars US— fonction, toujours, de la quantité de crédits de carbone utilisés dans le système. Cela représente une réduction de 20-51% du coût de la conformité pour le Québec. Par rapport aux coûts rencontrés dans le SPEDE non lié, le Québec gagne entre 162 à 450 millions de dollars US par l'achat d'unités de la Californie.

La Californie bénéficie également du jumelage, de façon encore plus évidente avec \$428 à \$644 millions en achats de droits d'émissions par les entreprises du Québec. Toutefois, ces réductions d'émissions sont obtenues à un prix de droit d'émission légèrement plus élevé que celui que la Californie aurait atteint dans un système non lié. Cependant, comme indiqué ci-dessus, ce

sont des augmentations très modestes (1-13%). Cette modeste augmentation du prix des droits est plus que compensée par l'afflux de fonds du Québec. Donc, par rapport aux coûts rencontrés dans le système non lié, la Californie gagne \$384 à \$634 millions en échange d'unités avec le Québec. Comme le prix des droits d'émission s'élève, les entreprises de Californie devraient être en mesure d'investir dans les réductions d'émissions rentables et vendre des unités excédentaires à des installations au Québec.

Notez que les gains tirés du commerce sont plus équitables là où l'utilisation des compensations est relativement élevée (450 \$ millions de dollars au Québec et 384 \$ millions US en Californie). Lorsque l'usage des crédits compensatoires est inférieur, les prix des unités est plus élevé, ce qui réduit le montant de l'épargne au Québec. Dans cette situation, les gains du commerce sont en faveur de la Californie (CAD 162 \$ millions de dollars au Québec et USD 634 \$ millions en Californie). La grande question est de savoir à qui bénéficie le plus les projets de crédits compensatoires? Le nombre de projets de compensation carbone sur leur territoire influencera les gains de la Californie et du Québec tirés du SPEDE. Cependant, il n'est pas clair de prédire où seront réalisés les

projets de compensations. Comme indiqué précédemment, ces derniers pourraient être utilisés partout en Amérique du Nord.

Production de recettes

Avec la mise aux enchères d'unités d'émission, on s'attend à ce que les SPEDE de la Californie et du Québec génèrent des recettes considérables pour l'État. Regardons d'abord le Québec, où la situation est plus simple. Selon le ministère québécois des Finances, le SPEDE, en conjonction avec la redevance au Fonds vert, devrait générer 2,7 milliards de dollars en recettes additionnelles d'ici 2020 et plus de 1 milliard de dollars d'ici 2017 (tableau 6). La grande partie de ces fonds proviendra de la mise aux enchères d'unités d'émissions (MFQ, 2012: 10). Fait notable, le Québec compte éliminer graduellement la redevance au Fonds vert d'ici l'exercice financier 2015-2016. À l'exception de 220 millions de dollars qui financeront des initiatives résiduelles du Plan d'action 2006-2013 sur les changements climatiques, le reste des fonds attendus sera entièrement alloué aux initiatives décrites dans le Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques (MFQ, 2012: 13).

Contrairement au Québec, il est plus difficile de dresser un portrait fidèle des recettes et des dépenses de la Californie. Les projections de recettes et le plan de dépenses les plus concrets se trouvent dans le *Cap-and-*

California, 2012). L'État propose dans ce document des investissements de 500 millions de dollars des fonds obtenus des enchères dans des programmes qui soutiennent les réductions d'émissions. Par conséquent, sur la base des 500 millions de dollars générés annuellement pendant la première période de conformité de la Californie, il est attendu qu'approximativement 1,1 milliard de dollars seront amassés annuellement dans les périodes de conformité subséquentes. Un calcul sommaire indique que le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission, en Californie, générera 7,7 milliards de dollars de recettes pour l'État de 2013 à 2020.

Tableau 6 : Prévion des revenus engendrés au Québec par la politique climatique (G \$)

	2012- 2013	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	TOTAL 5 ans	TOTAL d'ici 2020
SPEDE	0,010 \$	0,030 \$	0,120 \$	0,425 \$	0,425 \$	1,010 \$	2,445 \$
Redevances au Fonds vert		0,090 \$	0,130 \$			0,220 \$	0,220 \$
TOTAL	0,010 \$	0,120 \$	0,250 \$	0,425 \$	0,425 \$	1,230 \$	2,665 \$

Source: MFQ (2012: 10)

Trade Auction Proceeds Investment Plan: Fiscal Years 2013-14 through 2015-16 (State of

Conclusion

La recension de la recherche présentée dans cette note indique que, par rapport à un scénario où les SPEDE de la Californie et du Québec ne sont pas liés, leur jumelage conduit à un gain net pour les deux juridictions. Le Québec réduit les coûts pour atteindre son objectif de réduction des émissions de 20% à 51%—un gain de \$ 162 à \$ 450 millions. C'est parce que le coût de la réduction des émissions est relativement plus cher au Québec, suivant les projections que le Québec transfèrera de \$ 428 à \$644 millions en Californie pour acheter 14,4 à 18,3 MtCO₂éq. Si le prix des quotas augmente légèrement en Californie à la suite du jumelage, ceci est compensé par les importants flux financiers en provenance du Québec.

Cette recension indique également que les crédits compensatoires ont un impact sur les coûts totaux du SPEDE. Comme le SPEDE conjoint est de plus en plus contraignant et que les impacts économiques se font de plus en plus ressentir, il y aura une pression croissante pour augmenter l'utilisation des crédits compensatoires. Une plus grande attention à la réglementation des projets de crédits compensatoires est donc justifiée.

Cette étude a résumé la recherche sur les impacts économiques de lier les marchés du carbone de la Californie et du Québec. Le nombre limité de modèles économiques qui sont disponibles pour une telle évaluation est inquiétant. Un rapport récemment émis par la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec, sous l'égide du ministère québécois des Ressources naturelles, a aussi soulevé des préoccupations sur le SPEDE (Lanoue et Mousseau, 2014). Particulièrement, on y souligne une certaine circonspection de la part du monde des affaires du Québec à l'endroit des effets de la réglementation climatique sans une participation significative de ses principaux partenaires économiques, notamment l'Ontario et les États du Nord-Est, et ce surtout à l'égard des prix de l'énergie (p. 98). Le rapport fait aussi état d'un manque d'information réelle ou de campagnes de sensibilisation indépendantes du gouvernement et portant sur le plafonnement et l'échange, le

Les retombées économiques prévues du marché du carbone conjoint entre la Californie et le Québec

Résumé: L'analyse des résultats de la recherche économique publiée sur les impacts de l'union des systèmes de plafonnement et d'échange de droits d'émission (SPEDE) de la Californie et du Québec indique que, par rapport à un scénario où les SPEDE de la Californie et du Québec ne sont pas liés, leur jumelage conduit à un gain net pour les deux juridictions. Au cours de la période 2013-2020, les modèles économiques estiment que Québec pourrait réduire les coûts pour atteindre son objectif de réduction des émissions de 20% à 51% en achetant 14,4 à 18,3 MtCO₂e de droits d'émission à la Californie, ce qui représente un investissement de \$ 428 à \$ 644 millions pour l'État. Cette étude indique également que les crédits compensatoires ont un impact important sur les coûts totaux du SPEDE et qu'une plus grande attention à la réglementation des projets de crédits compensatoires est donc justifiée. Le nombre limité de modèles économiques qui servent de base à ces conclusions est toutefois inquiétant. Il convient de noter que les prix des droits d'émissions observés pendant les ventes d'enchères à ce jour sont nettement inférieurs à ceux prévus dans les quelques modèles économiques disponibles. Cela justifie de suivre l'évolution des efforts historiques de la Californie et du Québec pour réduire les émissions en Amérique du Nord.

partenariat à la WCI, et leurs effets sur les prix de l'énergie (*Ibid.*). Nous sommes sensibles à ces préoccupations.

Enfin, il convient de noter que les prix d'enchères observés à ce jour sont nettement inférieurs à ceux prévus dans les quelques modèles examinés. Cela peut indiquer que les modèles économiques qui forment la base de cette étude sont imparfaits et ont exagéré les impacts économiques du SPEDE conjoint. Cela peut aussi indiquer que l'exécution effective du SPEDE a été problématique. Par exemple, il est possible que trop de droits d'émission gratuits aient été accordés à des entreprises en Californie et au Québec. Il est impossible de tirer une conclusion sur ces questions dans la présente étude; cependant, cela incite à continuer de suivre l'évolution des efforts historiques de la Californie et du Québec pour réduire les émissions en Amérique du Nord.

Références

- Ali AA, Carcaillet C and Bergeron Y (2009) Long-term fire frequency variability in the eastern Canadian boreal forest: the influences of climate vs. local factors. *Global Change Biology* **15**:1230-1241.
- Bank of Canada (2014) *CAN\$/US\$ exchange rate lookup*, Bank of Canada. Website (accessed October 12, 2013): <http://www.bankofcanada.ca/rates/exchange/can-us-rate-lookup/>, Ottawa.
- California Department of Finance (2014) *California State Gross Domestic Product (GDP), 1963 to 2011*, California Department of Finance, Sacramento.
- CARB (2008) *Climate Change Scoping Plan: a framework for change*, California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2012a) *California Air Resources Board Quarterly Auction 1*, California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2012b) *Staff Report: Initial Statement of Reasons for Proposed Amendments to the California Cap on Greenhouse Gas Emissions and Market-Based Compliance Mechanisms to Allow for the Use of Compliance Instruments Issued by Linked Jurisdictions*, California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2013a) *2000-2011 Inventory by IPCC category - Full Detail, Sixth Edition*, California Air Resources Board. Website (accessed 10 October 2013): http://www.arb.ca.gov/cc/inventory/data/tabs/ghg_inventory_by_ipcc_00-11_2013-08-01.xlsx, Sacramento.
- CARB (2013b) *California Air Resources Board Quarterly Auction 2*, California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2013c) *California Air Resources Board Quarterly Auction 3, May 2013* California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2013d) *California Air Resources Board Quarterly Auction 4, August 2013* California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2013e) *California Air Resources Board Quarterly Auction 5, November 2013 - Summary Results Report*, California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2014a) *California Air Resources Board Quarterly Auction 6, February 2014* California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2014b) *California Air Resources Board Quarterly Auction 7, May 2014* California Air Resources Board, Sacramento.
- CARB (2014c) *California Air Resources Board Quarterly Auction 8, August 2014* California Air Resources Board, Sacramento.
- Deloitte (2013) *Étude sur l'empreinte économique des alumineries à contrats spéciaux*, Deloitte, Montreal.
- Desjardins F (2014) 1,9 cent à la pompe, pour commencer!, in *Le Devoir*, Montréal, 8 octobre 2014, Site web (5 janvier 2015): <http://www.ledevoir.com/economie/actualites-economiques/420470/marche-du-carbone-1-9-cent-a-la-pompe-pour-commencer>.
- Doan L (2014) Washington Governor Proposes Carbon Market, Fuel Standard, in *Bloomberg*, New York, 17 December 2014, Site web (5 janvier 2015): <http://www.bloomberg.com/news/2014-12-17/washington-governor-proposes-carbon-market-clean-fuel-standard.html>.
- DofE (2012) *Washington State Greenhouse Gas Emissions Inventory 2009-2010, Publication no. 12-02-034 (Revised September 2013)*, Department of Ecology, State of Washington, Olympia, WA
- ÉcoRessources (2013) Projections de Prix du Carbone pour la Période 2013-2035: Présenté à Gaz Metro, ÉcoRessources, Québec, Québec.
- EDF and IETA (2012) *Québec - The World's Carbon Markets: A Case Study Guide to Emissions Trading*, EDF and IETA, Washington and Geneva.
- Ellerman AD and Buchner BK (2008) Over-allocation or abatement? A preliminary analysis of the EU ETS based on the 2005-06 emissions data. *Environmental & Resource Economics* **41**:267-287.
- Houle D (2007) *Le Choix des Instruments de la Politique Environnementale Québécoise: les cas des précipitations acides, de l'appauvrissement de la couche d'ozone et des changements climatiques.*, Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en analyse des politiques pour l'obtention du grade de maître es arts (M.A.), Département de

- science politique, Faculté des sciences sociales, Université Laval, Québec.
- IETA (2012a) *Summary of Final Rules for California's Cap-and-Trade Program*, IETA, Geneva.
- IETA (2012b) *Summary of Québec's Regulation Respecting a Cap-and-Trade System for Greenhouse Gas Emission Allowance*, IETA, Geneva.
- Klinsky S (2013) Bottom-up Policy Lessons Emerging from the Western Climate Initiative's Development Challenges. *Climate Policy* **13**:143-169.
- Lanoue R and Mousseau N (2014) *Maîtriser notre avenir énergétique: Pour le bénéfice économique, environnemental et social de tous*, Commission sur les enjeux énergétiques du Québec, Ministre des Ressources naturelles, Québec.
- Le Goff H, Flannigan M and Bergeron Y (2009) Potential changes in monthly fire risk in the eastern Canadian boreal forest under future climate change. *Canadian Journal of Forest Research* **39**:2369-2380.
- MDDEFPQ (2006) *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2004 et évolution depuis 1990*, Ministry of Sustainable Development, Environment, Wildlife, and Parks, Quebec.
- MDDEFPQ (2013a) *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2010 et leur évolution depuis 1990* Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Québec.
- MDDEFPQ (2013b) *The Québec Cap and Trade System for Greenhouse Gas Emissions Allowances*, Ministry of Sustainable Development, Environment, Wildlife, and Parks. Website (accessed 10 July 2013): <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/changements/carbone/Systeme-plafonnement-droits-GES-en.htm#regulatory>, Québec.
- MDDEFPQ (2013c) *Vente aux enchères d'unités d'émission de gaz à effet de serre du Québec du 3 décembre 2013 - Rapport sommaire des résultats*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Québec.
- MDDEFPQ (2014) *Vente aux enchères d'unités d'émission de gaz à effet de serre du Québec du 4 mars 2014 - Rapport sommaire des résultats*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Québec.
- MDDELCC (2014a) *Vente aux enchères d'unités d'émission de gaz à effet de serre du Québec du 26 août 2014 - Rapport sommaire des résultats*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC), Québec.
- MDDELCC (2014b) *Vente aux enchères d'unités d'émission de gaz à effet de serre du Québec du 27 mai 2014 - Rapport sommaire des résultats*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC), Québec.
- MDDELCC and CARB (2014) *Vente aux enchères conjointe no 1 de novembre 2014 -- Rapport sommaire des résultats*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDDELCC) et California Air Resources Board (CARB), Québec.
- MDDEPQ (2006) *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2003 et évolution depuis 1990*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Quebec.
- MDDEPQ (2007) *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2005 et leur évolution depuis 1990* Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec.
- MDDEPQ (2008) *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2006 et leur évolution depuis 1990* Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec.
- MEQ (2002) *Inventaire québécois des gaz à effet de serre 1990-2000*, Ministère de l'Environnement du Québec, Québec.
- MFQ (2012) *Québec and Climate Change: A Greener Environment*, Quebec, Ministry of Finance of Quebec.
- Neuhoff K and Vasa A (2010) The role of CDM post-2012, in *Carbon Pricing and Investment Response Roundtable Berlin, 5 February 2010*, Climate Policy Initiative and DIW Berlin Berlin.
- Nordhaus WD (2007) Critical assumptions in the Stern Review on Climate Change. *Science* **317**:201-202.

- NRCan (2007) *Is Canada's Forest a Carbon Sink or Source?*, Natural Resources Canada, Ottawa.
- Purdon M (2012) *State and Carbon Market in Least Developed Countries: Carbon Finance in the Land-Use Sector and State Power in Tanzania, Uganda and Moldova*, Prepared for delivery at the 2012 Annual Meeting of the American Political Science Association, August 30-September 2, 2012, New Orleans.
- Purdon M, Houle D and Lachapelle E (2014) *Mapping the Political Economy of California and Quebec's Cap-and-Trade Systems*, Sustainable Prosperity, Ottawa.
- Purdon M and Lokina R (2014) *Ex-post Evaluation of the Additionality of Clean Development Mechanism Afforestation Projects in Tanzania, Uganda and Moldova - GRI Working Paper 149*, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper, London.
- ROW (2013) *California, Acre and Chiapas - Partnering to Reduce Emissions from Tropical Deforestation: Recommendations to Conserve Tropical Rainforests, Protect Local Communities and Reduce State-Wide Greenhouse Gas Emissions*, Green Technology Leadership Group, Sacramento.
- Simpson J, Jaccard M and Rivers N (2007) *Hot Air: fixing Canada's climate change challenge*, McClelland & Stewart, Toronto.
- State of California (2012) *Cap-and-Trade Auction Proceeds Investment Plan: Fiscal Years 2013-14 through 2015-16*, State of California, Sacramento.
- Statistics Canada (2014a) Table 051-0001: Estimates of population, by age group and sex for July 1, Canada, provinces and territories, Statistics Canada, Ottawa.
- Statistics Canada (2014b) Table 384-0038: Gross domestic product, expenditure-based, provincial and territorial, Statistics Canada, Ottawa.
- Stern N (2006) Chapter 25: Reversing emissions from land use change, in *The Economics of Climate Change: the Stern Review* pp 537-553, Cabinet Office & HM Treasury, London.
- Stern N (2009) *A Blueprint for a Safer Planet: How to Manage Climate Change and Create a New Era of Progress and Prosperity*, Bodley Head, London.
- UNFCCC (2014) *Greenhouse Gas Inventory Data - Detailed data by Party*, UNFCCC. Website (accessed 23 October 2013): <http://unfccc.int/di/DetailedByParty/Event.do?event=go>, Bonn.
- US Census Bureau (2012) *Population Estimates*, US Census Bureau, Washington, DC.
- Wara M (2008) Measuring the Clean Development Mechanism's Performance and Potential. *UCLA Law Review* **55**:1759-1803.
- WCI (2010) *Design for the WCI Regional Program*, Western Climate Initiative, Sacramento.
- WCI Economic Modeling Team (2012) *Discussion Draft Economic Analysis Supporting the Cap-and-Trade Program - California and Québec*, Western Climate Initiative, Sacramento.
- Zhang JJ and Wang C (2011) Co-benefits and additionality of the clean development mechanism: An empirical analysis. *Journal of Environmental Economics and Management* **62**:140-154.