

COÛTS D'APPROVISIONNEMENT ET PROFILS D'ÉMISSIONS DES PRODUITS PÉTROCHIMIQUES DANS DES PÔLES SÉLECTIONNÉS



Résumé

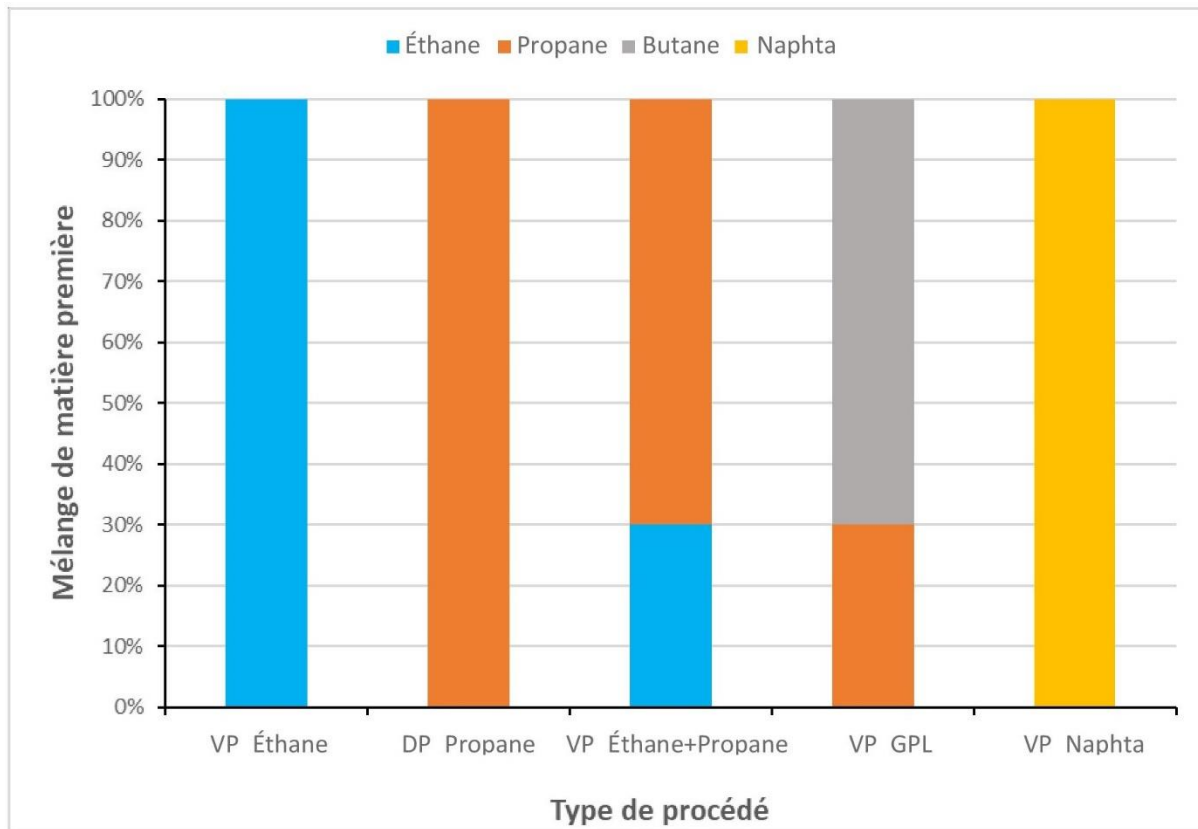
Le CERI a commandé la présente étude qui vise à quantifier les émissions de gaz à effet de serre (GES) en provenance de procédés pétrochimiques et à évaluer les coûts d'approvisionnement des produits provenant de diverses voies de traitement pour certains pôles pétrochimiques. Les pôles évalués sont constitués des régions suivantes : l'Industrial Heartland de l'Alberta, la région de Sarnia/Corunna en Ontario, la côte américaine du golfe du Mexique (USGC) et les centres pétrochimiques de la Corée du Sud. Les incidences environnementales ont été examinées d'après les émissions de dioxyde de carbone, de méthane et d'oxyde nitreux du secteur pétrochimique. Les retombées économiques ont été étudiées selon les coûts indicatifs d'approvisionnement en produit tant à la sortie de l'usine qu'aux marchés de destination potentiels. Les États-Unis et la Chine sont considérés comme marchés de destination.

Pour atteindre les objectifs de l'étude, le CERI a adopté une approche analytique par pôle. Nous avons modélisé des installations pétrochimiques intégrées hypothétiques situées dans les pôles en question, en tenant compte des différences territoriales et réglementaires dans le modèle des coûts d'approvisionnement ainsi que des nombreuses voies de traitement pour les matières premières simples et combinées. La Figure E.1 présente les options de matière première qui pourrait être traitée dans chacun des pôles pour produire du polyéthylène par vapocraquage (VP ou fractionnement à la vapeur¹) et du polypropylène par déshydrogénation du propane² (DP), qui sont les produits principaux pour lesquels les coûts d'approvisionnement ont été calculés.

¹ Associé aux lettres VP sur la figure et par la suite

² Associé aux lettres DP sur la figure et par la suite

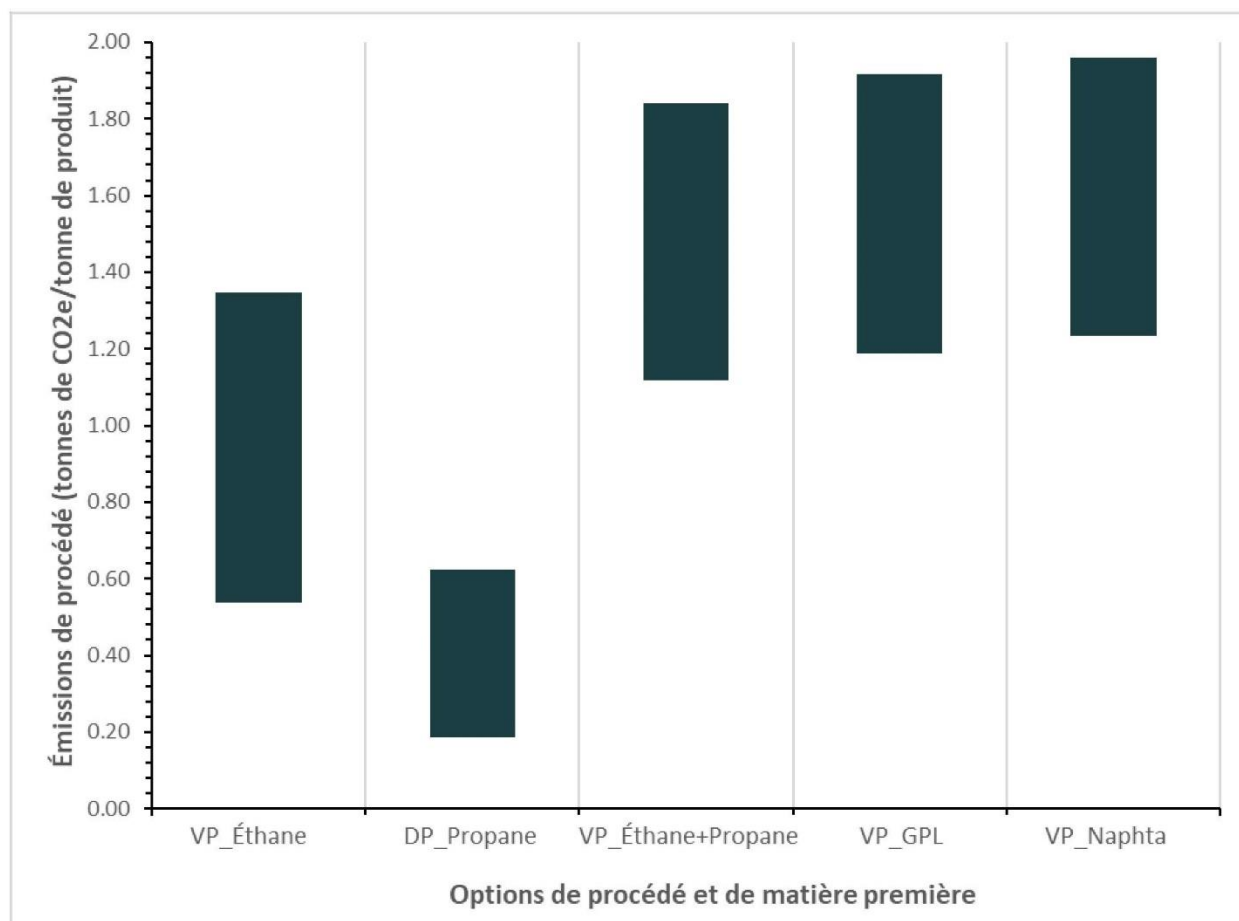
Figure E.1 : Compositions des matières premières pour les processus de vapocraquage et de la déshydrogénation du propane



Le CERI a également quantifié les coproduits provenant de chacune des voies de traitement et a élaboré quatre scénarios de coûts d’approvisionnement qui tiennent compte des variabilités territoriales et réglementaires, d’une taxe sur le carbone et de la capacité à obtenir des revenus supplémentaires tirés de la vente des coproduits. Les combinaisons de matières premières et de procédés indiquées sur la Figure E.1, en plus de leurs unités intégrées de polymérisation, forment les cinq installations hypothétiques évaluées dans chacun des quatre pôles à l’étude et modélisés selon les coûts d’approvisionnement.

L’intensité des émissions des voies de traitement englobe les différences entre les technologies de traitement, les types de carburant, la consommation électrique et la provenance de cette dernière. La Figure E.2 présente la plage des émissions de GES pour chaque combinaison de procédé et de matière première. Les trois types de sources d’électricité comprises dans la modélisation sont les centrales au gaz naturel à cycle combiné, celles au charbon et la cogénération, mais seule la production d’électricité au gaz naturel à cycle combiné est employée comme source de référence d’électricité pour la plupart des installations. Les émissions des procédés comprennent celles provenant de la production de monomères oléfiniques et l’étape subséquente de polymérisation. Les émissions de procédés sont exprimées par tonne de produit principal.

Figure E.2 : Plage des émissions de GES des procédés pour différentes options de traitement et de matières premières



Le procédé de déshydrogénation du propane (DP) pour la production de polypropylène présente l'intensité d'émission de la plus basse, qui va de 0,19 à 0,62 tonnes CO₂e/tonne. Le polyéthylène produit par usine de craquage est associé à la plus basse intensité de GES, qui va de 0,54 à 1,35 tonnes de CO₂e/tonne. Le polyéthylène produit par usine de craquage du naphta est associé à la plus haute intensité de GES, qui va de 1,24 à 1,96 tonne de CO₂e/tonne. Cependant, le craquage du naphta présente une plage plus importante comparativement aux autres matières premières employées pour le craquage. Par conséquent, si les émissions globales avaient été attribuées à tous les produits à valeur élevée par une méthode standard d'analyse du cycle de vie (telle que la substitution, le partitionnement ou l'expansion de système), les intensités de GES fondées sur chaque produit chimique seraient inférieures. Cependant, l'approche du CERI dans la présente étude consiste à quantifier les émissions totales de procédé d'après le produit principal pour chacune des voies de traitement de la matière première.

Les appareils de production de chaleur industrielle, les chaudières, les tours de refroidissement les événements de régénération de catalyseurs, les systèmes dégazeurs, les torches, les activités d'entretien de mise en route et d'arrêt, ainsi que les émissions fugitives des procédés constituent les sources principales d'émissions de GES dans une usine pétrochimique. D'après les dépôts de

documents liés à la prévention de la détérioration importante auprès de l'Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis (EPA), les émissions fugitives peuvent représenter jusqu'à 5 % des émissions totales de GES de l'installation (Trinity Consultants 2012, 2012; US EPA 2014; Chevron Phillips 2018; US EPA 2012; Environmental Resources Management 2014). Selon le procédé et la technologie employés, les émissions de méthane et d'oxyde nitreux représentent entre 0,1 et environ 2 % des émissions totales de dioxyde de carbone équivalent (CO₂e).

Les Figures E.3 et E.4 présentent deux scénarios de coûts d'approvisionnement où la taxe sur le carbone est soit exclue (NCNC) soit incluse (CTNC) sans considérer la vente des coproduits dans le modèle. Le scénario NCNC comprend les incidences territoriales et réglementaires de la construction et de l'exploitation d'une installation pétrochimique en Alberta, en Ontario, sur la côte américaine du golfe du Mexique et en Corée du Sud. Les coûts moyens de l'offre à la sortie de l'usine pour le polyéthylène et le polypropylène pour tous les pôles sont respectivement de 1 881 \$/tonne et 1 772 \$/tonne pour le scénario NCNC, tandis que ces mêmes coûts sont respectivement de 1 918 \$/tonne et 1 811 \$/tonne dans le cas du scénario CTNC. Les coûts indicatifs d'approvisionnement sont plus élevés lorsque la taxe sur le carbone est comprise dans le modèle. Toutefois, d'autres variables telles que le coût des matières premières et le revenu de la vente des coproduits ont des effets plus importants sur les coûts comparativement à la taxe sur le carbone.

Figure E.3 : Coûts indicatifs d'approvisionnement à la sortie de l'usine par région et type de matière première pour le scénario NCNC (dollars constants de 2018)

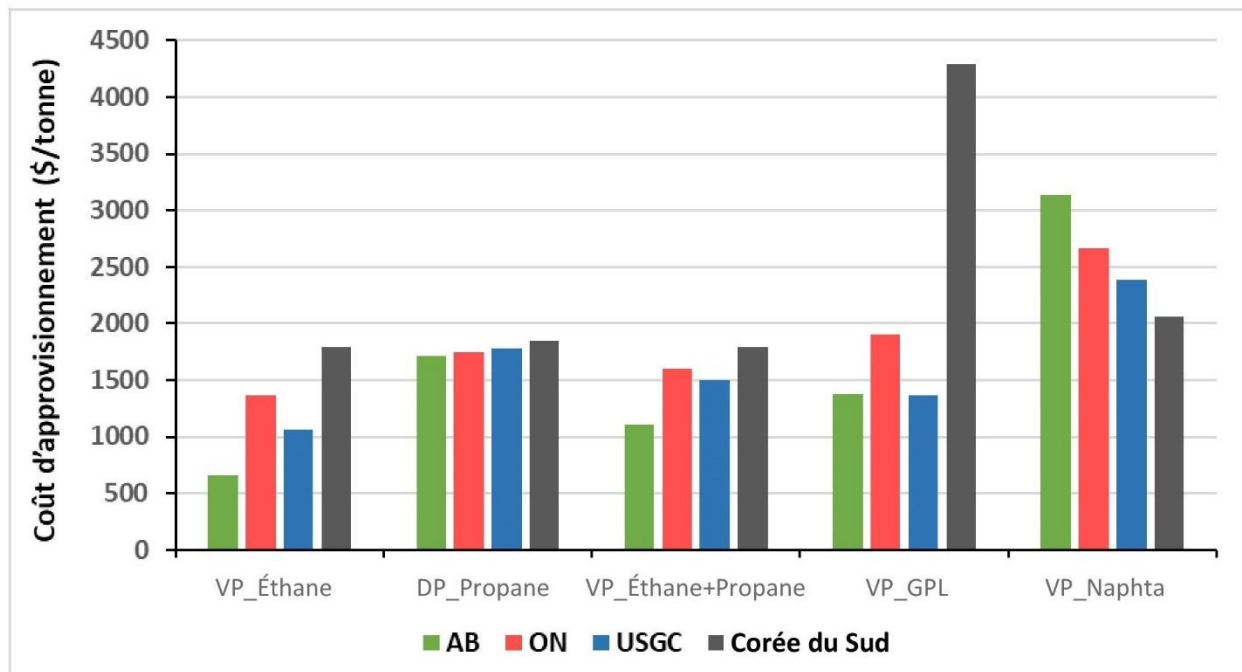
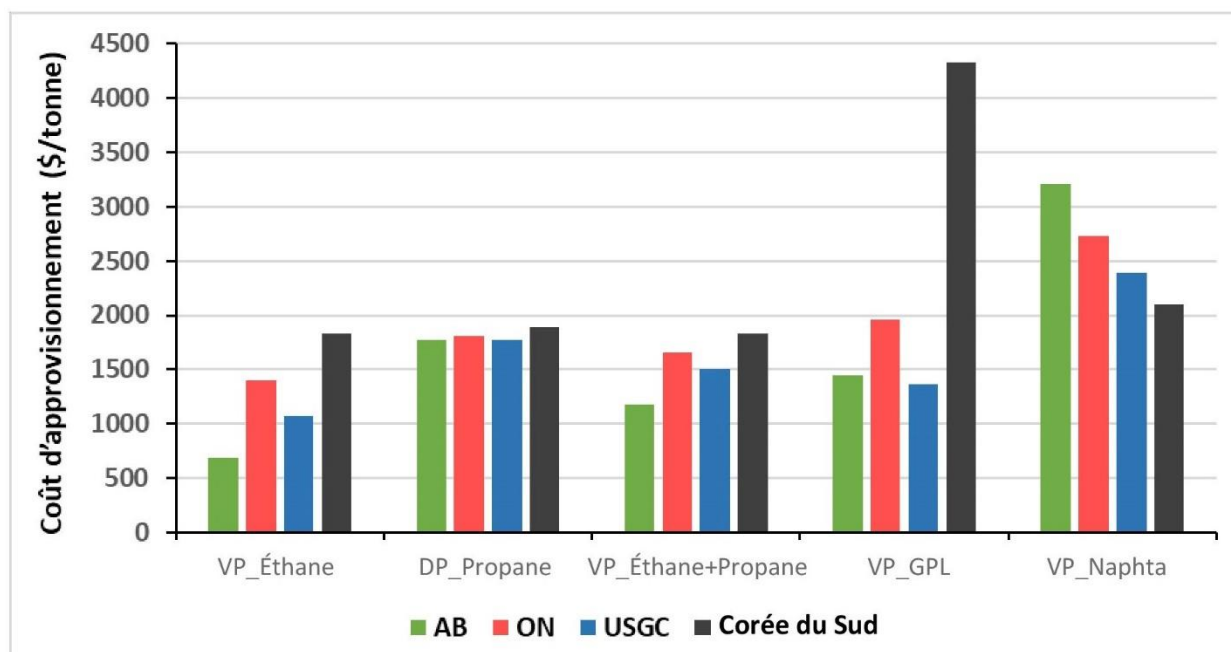


Figure E.4 : Coûts indicatifs d'approvisionnement à la sortie de l'usine par région et type de matière première pour le scénario CTNC (dollars constants de 2018)



Dans l'ensemble, une taxe sur le carbone a l'incidence la plus importante sur les coûts d'approvisionnement au Canada malgré le traitement prédominant de matières premières à base de gaz dont l'intensité en GES est inférieure dans les pôles pétrochimiques canadiens. Par conséquent, cet effet découle du prix plus élevé des émissions de CO₂e au Canada, comparativement aux autres régions internationales. Le CERI a également évalué deux autres situations, soit le scénario avec taxe sur le carbone et revenu provenant des coproduits (CTCS) et celui sans taxe sur le carbone et avec revenu provenant des coproduits (NCCS). Ces éléments sont traités plus en profondeur dans le chapitre 5.

La disponibilité à moindre coût de liquides de gaz naturel (LGN) comme matière première dans les régions de production telles que l'Alberta et la côte américaine du golfe du Mexique entraîne des coûts d'approvisionnement en polyéthylène moins élevés dans les installations de craquage d'éthane et celles d'éthane et de propane. En l'absence d'une taxe sur le carbone, les coûts d'approvisionnement en polypropylène à la sortie des usines canadiennes et celles de la région USGC sont très semblables, bien qu'ils soient légèrement plus élevés dans les installations de l'USGC. Cependant, les coûts d'approvisionnement sont supérieurs pour une usine de la Corée du Sud en raison du coût des matières premières.

Les coûts d'approvisionnement au débarquement donnent une indication des coûts sur les marchés de destination pour le polyéthylène et polypropylène produits dans le cadre de cinq options de matières premières, une fois les produits transportés pour être vendus sur la côte américaine du golfe du Mexique ou en Chine. Les frais d'expédition et le coût de fret s'ajoutent aux coûts d'approvisionnement calculés pour chacun des scénarios étudiés afin de connaître le coût d'approvisionnement au marché de destination. Les frais d'expédition estimés par le CERI

sont fondés sur les renseignements disponibles dans le domaine public, de même que les commentaires recueillis pendant des entretiens avec des experts de l'industrie pétrochimique. Le Tableau E.1 présente les coûts de base d'expédition et de fret associés au transport vers l'USGC et la Chine du polyéthylène et du polypropylène depuis les quatre pôles pétrochimiques étudiés par le CERI. Le scénario de référence établi par le CERI pour les coûts d'expédition et de fret repose sur la moyenne entre la valeur basse et celle élevée des coûts de transport (présentés dans l'annexe A). Les pôles canadiens ont l'avantage lorsqu'on compare leurs coûts d'expédition vers la Chine par comparativement aux coûts de l'USGC, tandis qu'ils exportent leurs produits à moindre coût vers l'USGC par rapport aux usines de la Corée du Sud.

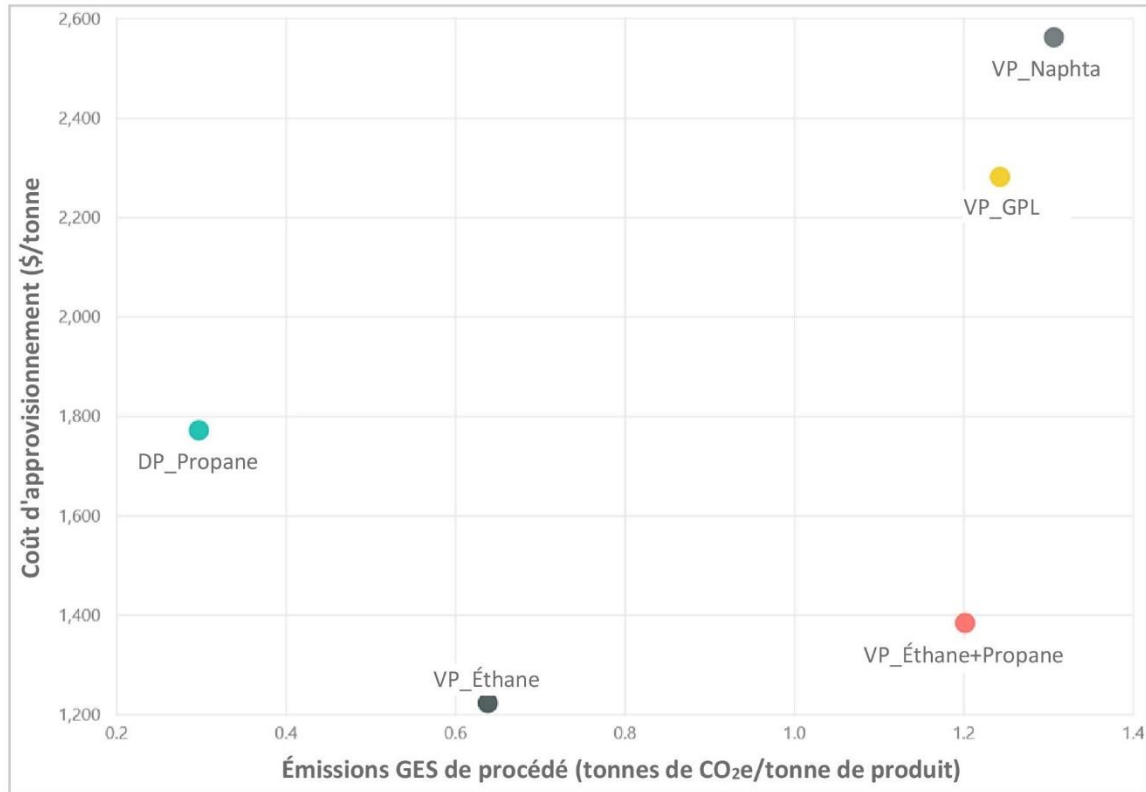
Tableau E.1 : Coûts moyens de transport de départ du polyéthylène (PE) et du polypropylène (PP)

	USGC (Texas)				Chine			
	PE		PP		PE		PP	
Origine	\$/t	\$/lb	\$/t	\$/lb	\$/t	\$/lb	\$/t	\$/lb
Alberta	13	0,006	18	0,008	23	0,010	28	0,013
Ontario	14	0,006	19	0,009	26	0,012	30	0,014
USGC	8	0,003	11	0,005	31	0,014	35	0,016
Corée du Sud	26	0,012	29	0,013	18	0,008	22	0,010

Si on considère le coût moyen d'approvisionnement pour tous les pôles et chaque option de procédé et de matière première dans le scénario NCNC, les indicateurs de performance économique et environnementale pour chaque matière première peuvent être comparés visuellement (Figure E.5), une fois retranchés l'effet des différences selon le territoire et la réglementation sur le coût pour chaque combinaison de procédé et de matière première.

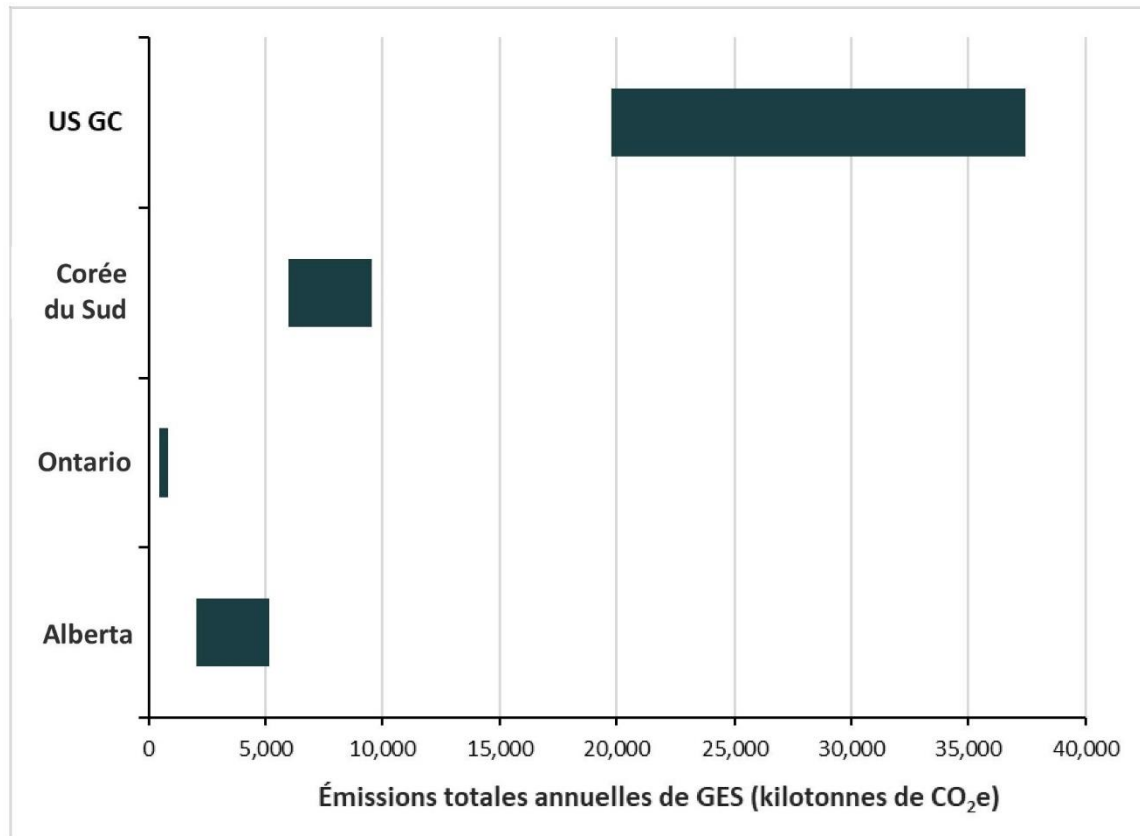
Les procédés qui emploient des matières premières à base de gaz présentent des émissions et des coûts d'approvisionnement plus faibles par rapport au gaz de pétrole liquéfié (GPL) et au naphta, des produits qui sont associés à des besoins énergétiques plus importants. Pour la production de polyéthylène et de polypropylène étudiée, le vapocraquage de l'éthane et la déshydrogénation du propane présentent l'intensité d'émission de GES et le coût les plus bas par rapport aux autres modes de production.

Figure E.5 : Coût moyen d'approvisionnement et émissions de GES par procédé et matière première



Au regard de la composition des capacités de traitement dans les quatre pôles pétrochimiques considérés dans la présente étude, le CERI a pu estimer leurs émissions de GES totales annuelles ainsi que leur niveau d'utilisation. Conformément à l'hypothèse de modélisation des coûts d'approvisionnement, nous avons appliqué un facteur d'utilisation de la capacité de 90 % aux plus récentes données relatives à la capacité de traitement des pôles étudiés, telle que décrite par (Koottungal 2015) et (Morse 2017). En combinant les plages d'intensité d'émission pour chacune des voies de traitement et l'ensemble des produits qu'elles génèrent, le CERI a évalué les émissions totales annuelles pour chaque pôle, tel que cela est illustré sur la Figure E.6.

Figure E.6 : Émissions totales annuelles de GES selon les pôles pétrochimiques (d'après la capacité de production de 2016)



Les émissions totales annuelles de GES sont les plus importantes pour l'USGC, où elles s'élèvent entre 19,8 millions de tonnes (Mt) de CO₂e et 37,4 Mt de CO₂e. Le pôle pétrochimique de la Corée du Sud produit la deuxième plus grande quantité d'émissions, qui est de l'ordre de 6,0 Mt de CO₂e à 9,5 Mt de CO₂e. Les pôles pétrochimiques canadiens produisent le moins d'émissions annuelles de GES. En effet, celui de l'Ontario émet entre 0,5 Mt de CO₂e et 0,9 Mt de CO₂e tandis que celui de l'Alberta produit entre 2,1 Mt de CO₂e et 5,2 Mt de CO₂e.