



**PRODUCTION DE SIROP D'ÉRABLE FACE
AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES :
PERCEPTIONS DES ACÉRICULTEURS
DU CANADA ET DES ÉTATS-UNIS**





550 Sherbrooke Ouest, Tour Ouest
19^e étage, Montréal (Québec) H3A 1B9, Canada

Tél. : 514 282 6464 | Téléc. : 514 282 7131

Écrit par :
Simon Legault¹ et Antoine Plouffe-Leboeuf¹

En collaboration avec :
Daniel Houle^{2,1}, Anne Blondlot¹, Lisa Chase³,
Diane Kuehn⁴ et Timothy Perkins⁵

Révisé par :
Yves Bois⁶ et Paul Rouillard⁷

¹ Ouranos, consortium de recherche sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques.

² Direction de la recherche forestière, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)

³ Université du Vermont

⁴ Collège des sciences de l'environnement et de la foresterie de l'Université de l'état de New York

⁵ Centre de recherche Proctor Maple de l'Université du Vermont

⁶ Centre ACER

⁷ Fédération des producteurs acéricoles du Québec (FPAQ)

Citation : Legault, S., Plouffe-Leboeuf A., Houle D., Blondlot A., Chase, L., Kuehn, D. et Perkins, T. 2018. Production de sirop d'érable face aux changements climatiques : Perceptions des acériculteurs du Canada et des États-Unis. Montréal, Québec : Ouranos, 36 p.



PRÉAMBULE

L'objectif de ce document est de présenter et comparer les résultats d'un sondage portant sur les opinions des producteurs de sirop d'érable du Canada et des États-Unis vis-à-vis des impacts des changements climatiques et les mesures potentielles d'adaptation pour l'industrie acéricole, et de lier ces résultats aux plus récentes connaissances dans le domaine.

Ce travail a été réalisé en collaboration avec la Fédération des producteurs acéricoles du Québec (FPAQ), le Collège des sciences de l'environnement et de la foresterie de l'Université de l'état de New York et le Centre de recherche Proctor Maple de l'Université du Vermont.

Un article scientifique présentant une analyse plus approfondie des résultats du sondage sera publié prochainement.



RÉSUMÉ

La production de sirop à partir de la sève d'érable est une activité dont les origines remontent aux peuples amérindiens qui occupaient le territoire de l'Est du Canada avant l'arrivée des Européens. Au fil des ans, les méthodes de production se sont modernisées et la production de sirop d'érable est aujourd'hui une activité économique importante dans le Nord-Est de l'Amérique du Nord. Parmi plusieurs activités économiques, la production de sirop d'érable est l'une des plus directement reliée au climat et particulièrement au climat printanier. Ces dernières années, Ouranos a étudié les impacts des changements climatiques sur la production de sirop d'érable. De l'information scientifique a été publiée dans un rapport de projet¹³ et des articles scientifiques^{4,5,28}. Les résultats de ces recherches indiquent que les changements anticipés au niveau du climat pourraient avoir des effets sur la production de sirop d'érable, principalement par le devancement de la saison de coulée. Il nous est donc apparu important d'établir un portrait clair des préoccupations des producteurs de sirop d'érable vis-à-vis des changements climatiques et d'évaluer leurs motivations à adopter différentes stratégies d'adaptation. En 2016, nous avons diffusé auprès d'acériculteurs un sondage internet comportant une trentaine de questions liées aux enjeux des changements climatiques. Au total, 244 producteurs canadiens et 110 producteurs américains ont accepté de répondre à notre sondage.

Parmi les résultats de ce sondage, nous notons les faits saillants suivants :

- En général, les perceptions des acériculteurs vis-à-vis des changements climatiques et des mesures d'adaptations sont similaires entre les répondants canadiens et américains ;
- La grande majorité des acériculteurs canadiens (77 %) et américains (72 %) sont convaincus ou plutôt convaincus que la température de la Terre augmente, et environ la moitié des producteurs canadiens (43 %) et américains (51 %) s'attendent à une baisse des rendements à l'entaille d'ici les 30 prochaines années ;
- Une majorité des producteurs canadiens (58 %) et américains (64 %) affirment avoir déjà observé que le début de la saison de coulée était devancé et une proportion similaire des répondants affirment que cette tendance se poursuivra dans le futur ;
- Concernant les mesures d'adaptation aux changements climatiques, 77 % des producteurs canadiens et 60 % des producteurs américains ont affirmé qu'il faut développer de nouvelles solutions pour faire face aux changements climatiques et plus de 70 % d'entre eux se sont dit prêts à mettre en œuvre de telles mesures si celles-ci permettent d'améliorer la productivité de leur érablière ;
- Les mesures d'adaptation qui sont les plus susceptibles d'être implémentées par les acériculteurs incluent le devancement de la date d'entaillage, l'aménagement forestier, les pratiques sanitaires intensives et la sélection d'érables mieux adaptés aux conditions climatiques futures ;
- Par rapport à l'urgence d'agir, les producteurs américains sont majoritaires à penser qu'il faut attendre d'observer les effets des changements climatiques, alors que les producteurs canadiens sont beaucoup plus partagés sur cette question.



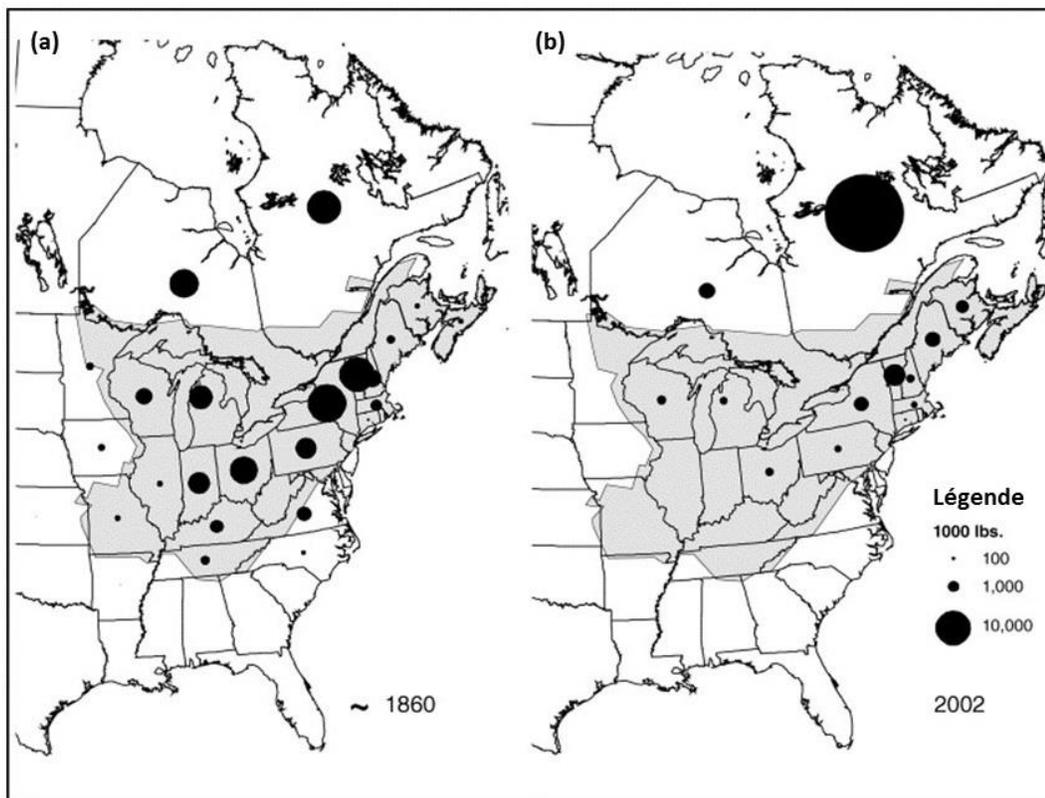
TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE.....	3
RÉSUMÉ	4
TABLE DES MATIÈRES	5
1. CONTEXTE.....	6
2. MÉTHODOLOGIE DU SONDAGE ET PORTRAIT DES RÉPONDANTS.....	8
2.1 Échantillonnage	8
2.2 Portrait des répondants	10
2.3 Caractéristiques des érablières	11
3. PERCEPTIONS GÉNÉRALES DES ACÉRICULTEURS VIS-À-VIS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	12
4. IMPACTS PERÇUS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA SANTÉ DES ÉRABLIÈRES	14
5. IMPACTS PERÇUS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA PRODUCTION DE SIROP D'ÉRABLE	17
5.1 Rendement par entaille.....	17
5.2 Déplacement de la saison de coulée.....	18
6. PERCEPTIONS DES ACÉRICULTEURS FACE AUX MESURES POTENTIELLES D'ADAPTATION	20
6.1 Perceptions générales sur l'adaptation.....	20
6.2 Adaptations des acériculteurs.....	21
6.2.1 <i>Suivre les dernières recherches</i>	21
6.2.2 <i>Devancer la date d'entaillage</i>	22
6.2.3 <i>Utiliser des modèles de prévision à court terme</i>	23
6.2.4 <i>Augmenter la productivité et l'état de santé des érablières</i>	24
6.3 Adaptation du secteur acéricole	26
6.3.1 <i>Valorisation du sirop d'érable de fin de saison</i>	26
6.3.2 <i>Entaillage dans le nord de l'aire de répartition de l'érable à sucre</i>	27
6.3.3 <i>Sélection d'érables mieux adaptés aux conditions climatiques futures</i>	29
6.4 Contraintes à l'adaptation.....	30
6. CONCLUSION GÉNÉRALE	31
7. RÉFÉRENCES	32

1. CONTEXTE

L'érable à sucre, dont l'aire de répartition couvre le Sud-Est du Canada et le Nord-Est des États-Unis (Figure 1), est l'essence privilégiée par les producteurs de sirop d'érable car la concentration en sucres de sa sève est supérieure à celle d'autres essences comme l'érable rouge². À la fin du 19^e siècle, les États-Unis étaient responsables d'environ 80 % de la production mondiale de sirop d'érable, tandis que le Canada occupait seulement 20 % du marché¹. Depuis ce temps, les parts de marché se sont graduellement inversées entre les deux pays¹ (Figure 1) grâce à une importante augmentation de la production dans la province du Québec, qui en 2016, était responsable de 71 % de la production mondiale de sirop d'érable³. Depuis les 20 dernières années, l'industrie acéricole est en forte croissance partout en Amérique du Nord : la production de sirop d'érable a augmenté d'environ 250 % pour atteindre 208 millions de livres en 2016².

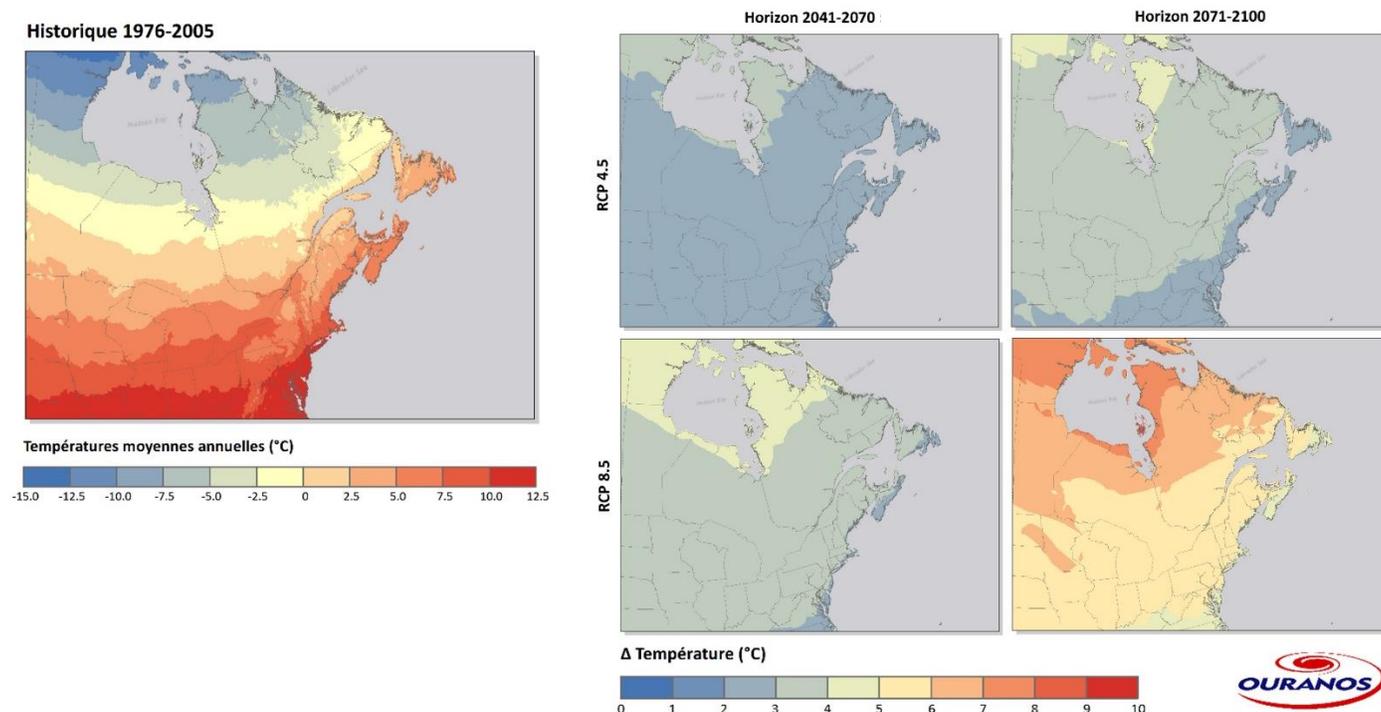
Le rendement de sirop d'érable en livres par entaille dépend de deux facteurs : la quantité de sève produite et sa concentration en sucres. Ces facteurs dépendent d'aspects techniques (p. ex. la méthode de récolte, le niveau et la qualité du vacuum, les pratiques sanitaires et la qualité de l'entailage), forestiers (p. ex. la taille et la santé des arbres) et climatiques (p. ex. la qualité des cycles de gel et dégel).



◀ **Figure 1** | Aire de répartition de l'érable à sucre (zones grises) et productions régionales de sirop d'érable vers 1860 (a) et en 2002 (b). Adapté de Whitney et Upmeyer 2004¹.

Par rapport au climat, des températures estivales élevées stimulent la croissance des érables et favorisent la production de sève au printemps suivant, tandis que des températures hivernales froides stimulent la production de sucres et en augmentent la concentration dans la sève⁴. La coulée de sève, qui implique une alternance de pression négative et positive dans le tronc et dans les branches de l'arbre, est favorisée par un gel durant la nuit et un dégel pendant le jour⁵. Ces cycles de gel-dégel se produisent généralement entre les mois de février et avril, mais les dates de début et de fin de la période de coulée peuvent varier significativement d'une année à l'autre⁶.

Puisque la productivité des érablières dépend en grande partie du climat⁴, celle-ci pourrait être affectée par le réchauffement global et les changements climatiques. La température annuelle moyenne a augmenté de 1 à 3 °C entre 1950 et 2010 dans le Sud-Est du Canada et dans le Nord-Est des États-Unis^{7,8}. De plus, la longueur de la saison de gel s'est considérablement réduite, le froid est généralement moins intense l'hiver et les événements de gel-dégel sont maintenant légèrement moins nombreux⁷. En réponse, la saison de croissance des arbres s'est allongée de quelques jours à environ deux semaines selon les régions, et tout indique que cette tendance s'intensifiera dans le futur⁷. Selon les modèles climatiques utilisés, il est projeté que les périodes 2041-2070 et 2071-2100 seront en moyenne plus chaudes de 2 à 6 °C comparativement à la période 1976-2005 dans l'Est de l'Amérique du Nord (Figure 2).



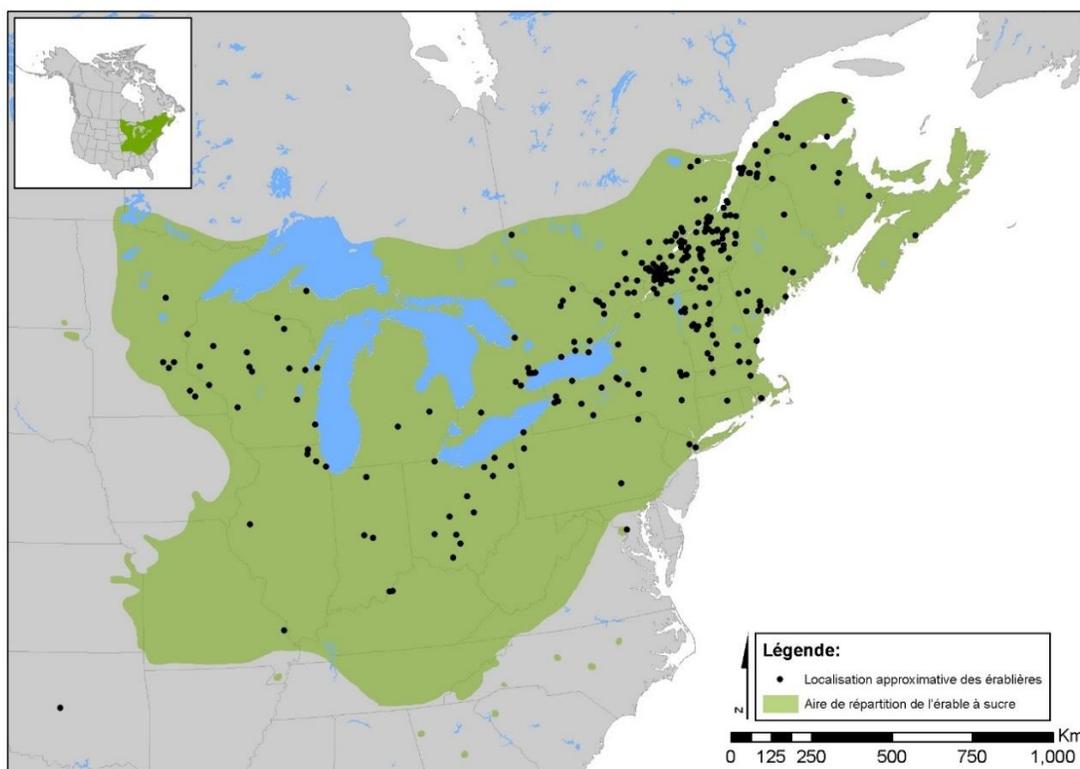
▲ **Figure 2** | Variations médianes anticipées des températures moyennes annuelles (°C) pour le Nord-Est de l'Amérique du Nord pour la période 2041-2070 et 2071-2100, par rapport à la période historique de référence 1976-2005, selon les scénarios RPC 4.5 (scénario optimiste ; déclin des émissions de gaz à effets de serre après 2020) et RPC 8.5 (scénario pessimiste ; croissance continue des émissions tout au long du 21^e siècle). Projections et figures fournies par T. Logan, Ouranos.

2. MÉTHODOLOGIE DU SONDAGE ET PORTRAIT DES RÉPONDANTS

Les producteurs acéricoles sont et seront les premiers témoins des effets des changements climatiques sur l'industrie du sirop d'érable et probablement les premiers à appliquer des mesures d'adaptation. En conséquence, il est nécessaire d'établir un portrait clair de leurs préoccupations vis-à-vis des changements climatiques et d'évaluer leurs motivations à adopter de potentielles stratégies d'adaptation. Dans les prochaines sections, nous présentons les résultats d'une consultation réalisée auprès de producteurs acéricoles du Canada et des États-Unis.

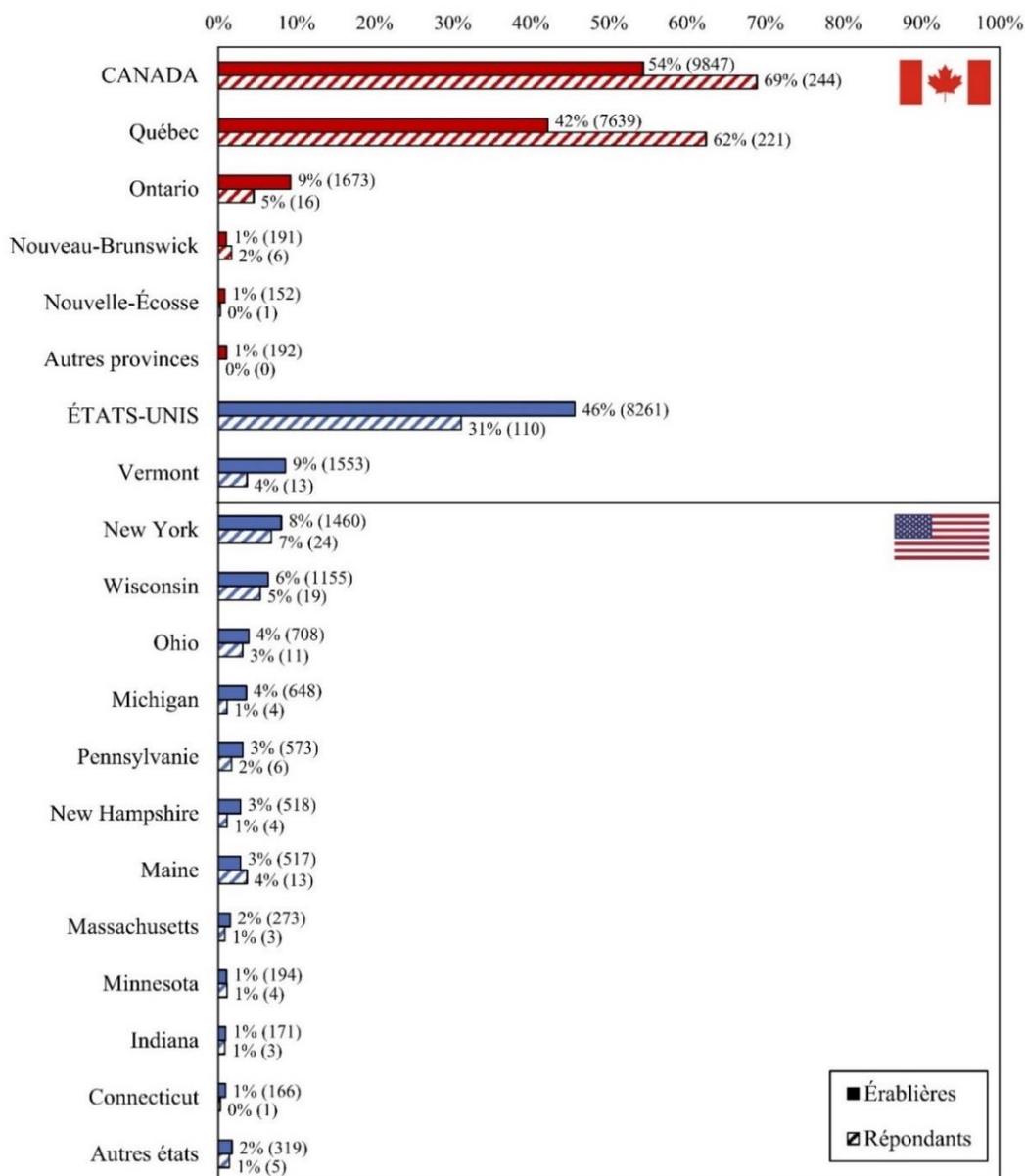
2.1 Échantillonnage

En 2016, un total de 354 acériculteurs canadiens (244) et américains (110), provenant de l'ensemble des provinces et états producteurs de sirop d'érable (Figure 3), ont participé à un sondage internet comportant une trentaine de questions liées à l'acériculture et aux changements climatiques. Ce sondage a été réalisé sur la plateforme SurveyGizmo (www.surveygizmo.com).



◀ **Figure 3** | Aire de répartition de l'érable à sucre⁹ et localisation approximative des érabières dont les propriétaires ont participé au sondage présenté dans ce document. Il est à noter que les localisations sont basées sur le code postal fourni par les répondants et ne représentent pas nécessairement les localisations exactes de leurs érabières.

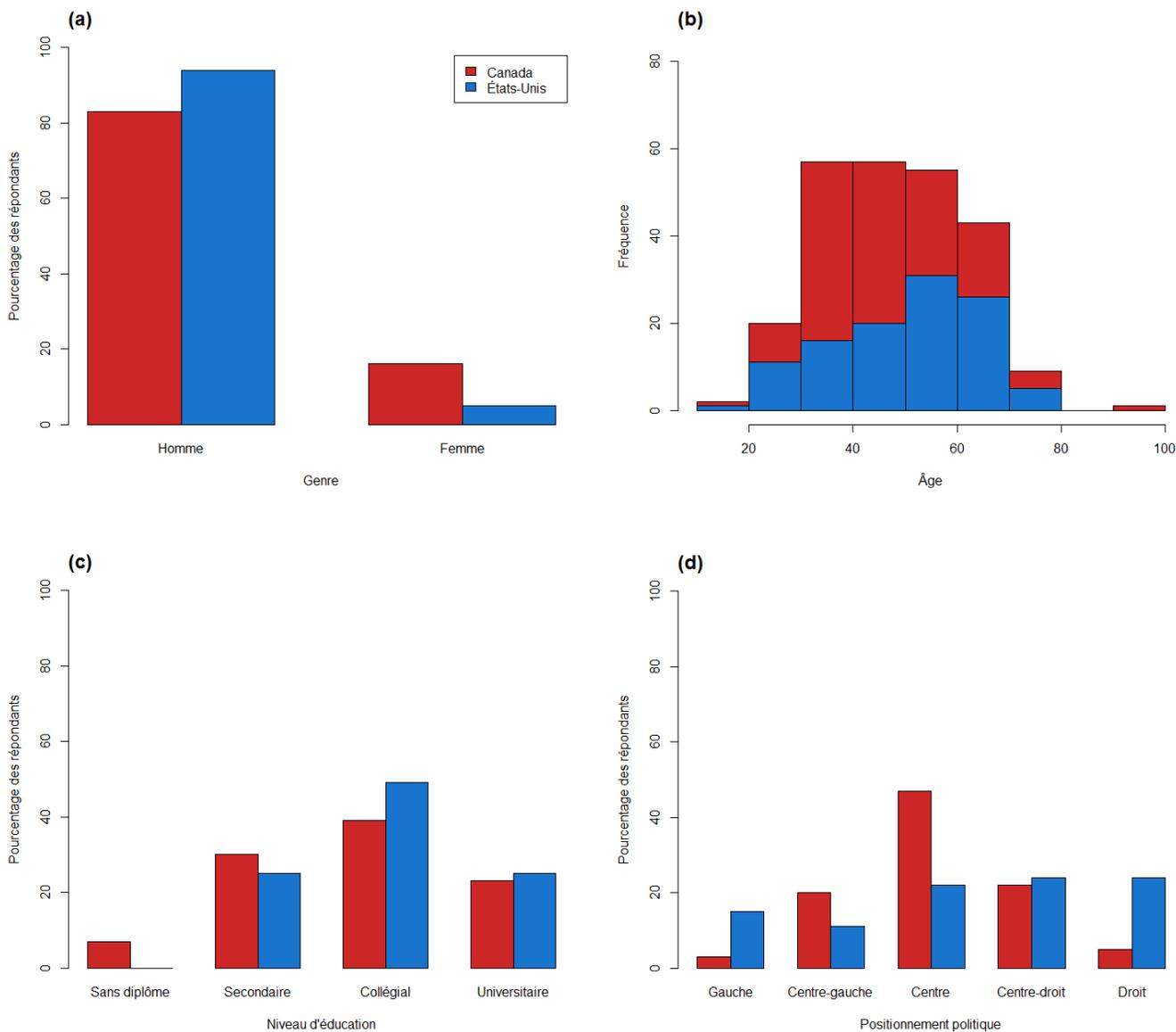
La figure 4 compare la distribution géographique des répondants avec celle des érablières recensées au Canada¹⁰ et aux États-Unis¹¹. Malgré une surreprésentation des producteurs québécois et une sous-représentation des producteurs américains, la répartition géographique des répondants au sondage correspond assez bien à celle des érablières canadiennes et américaines. Malgré tout, il est important de mentionner que les résultats de ce sondage ne représentent pas nécessairement l'opinion de l'ensemble des producteurs acéricoles de l'Amérique du Nord.



◀ **Figure 4** | Comparaison entre la distribution du nombre total d'érablières retrouvées au Canada en 2011¹⁰ et aux États-Unis en 2012¹¹ et le nombre de répondants au sondage web.

2.2 Portrait des répondants

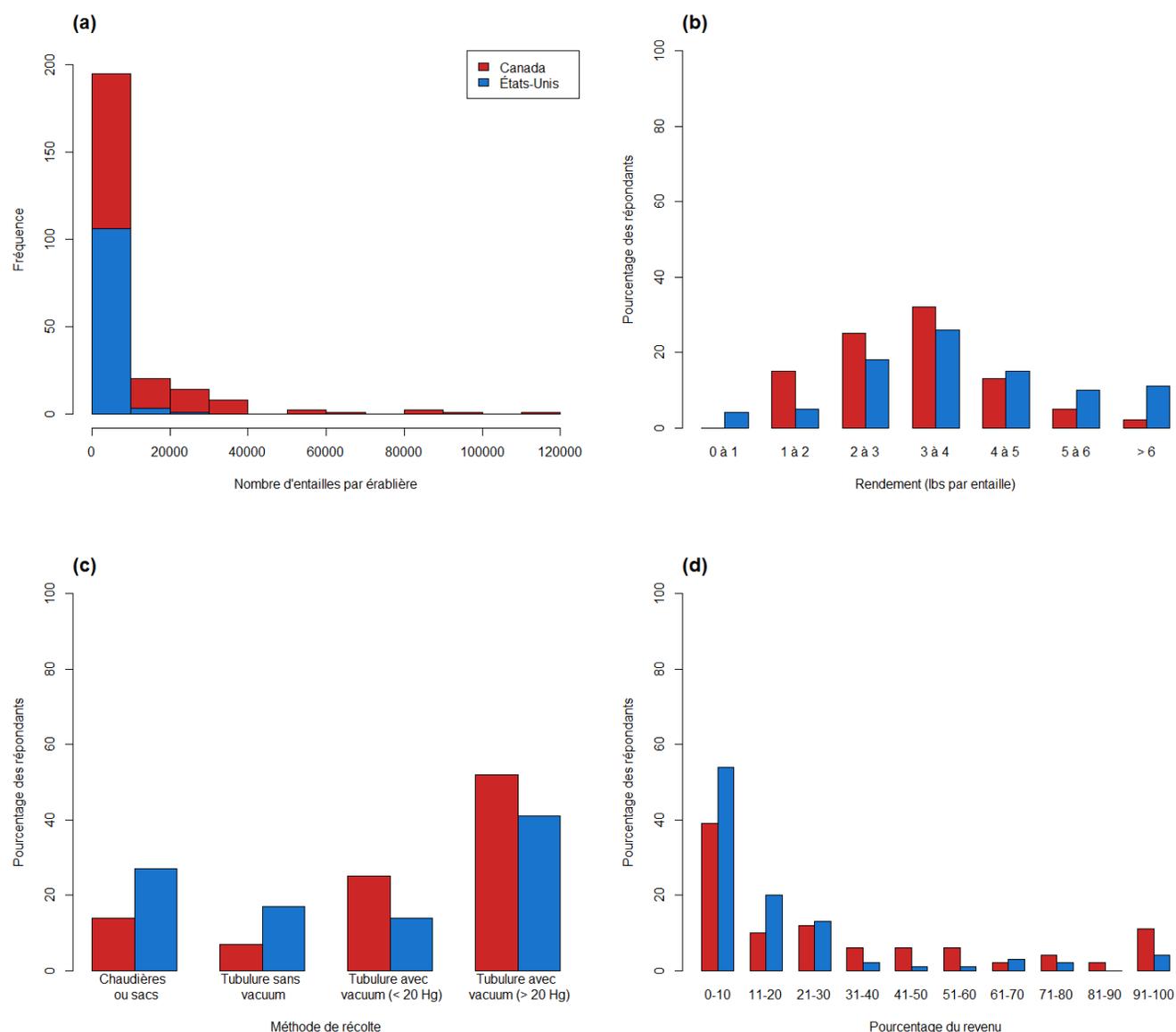
La grande majorité (87 %) des acériculteurs sondés sont des hommes (Figure 5a), et l'âge moyen des répondants américains et canadiens est de 48 ans et 51 ans, respectivement (Figure 5b). Pour chacun des pays, les répondants sondés détiennent en majorité un diplôme de niveau collégial (Figure 5c) et la majorité des producteurs canadiens se qualifient politiquement de centre, tandis qu'une plus grande proportion de producteurs américains se positionnent au centre-droit ou à droite (Figure 5d).



▲ **Figure 5** | Portrait général des répondants canadiens et américains pour le genre (a), l'âge (b), le niveau de scolarité (c) et le positionnement politique (d).

2.3 Caractéristiques des érablières

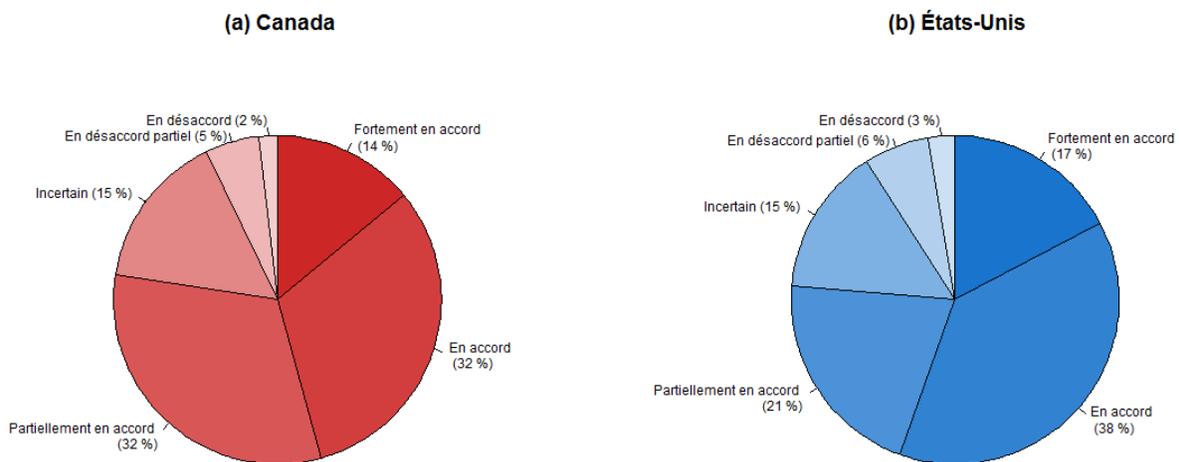
Le nombre d'entailles par érablière varie de 15 à 110 000, la moyenne canadienne (8 400 entailles) étant supérieure à la moyenne américaine (2 000 entailles) (Figure 6a). Cependant, le rendement moyen en 2016 était supérieur du côté des États-Unis (3,84 lb/entaille) que du Canada (3,21 lb/entaille) (Figure 6b), et ce malgré une plus grande utilisation de techniques de récolte artisanales chez les producteurs américains (Figure 6c). Finalement, la grande majorité des producteurs ont mentionné que leurs revenus issus de l'acériculture sont complémentaires à leurs autres sources de revenus (Figure 6d).



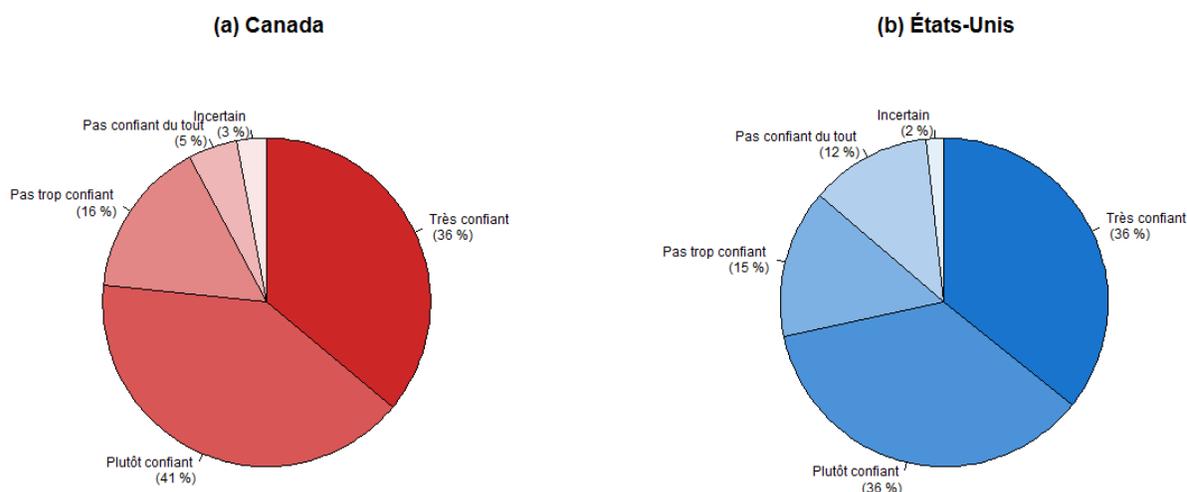
▲ **Figure 6** | Portrait général de la productivité des érablières des répondants canadiens et américains pour le nombre d'entailles par érablière (a), le rendement à l'entaille (b), la méthode de récolte (c) et la part du revenu total du répondant provenant de l'acériculture (d).

3. PERCEPTIONS GÉNÉRALES DES ACÉRICULTEURS VIS-À-VIS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

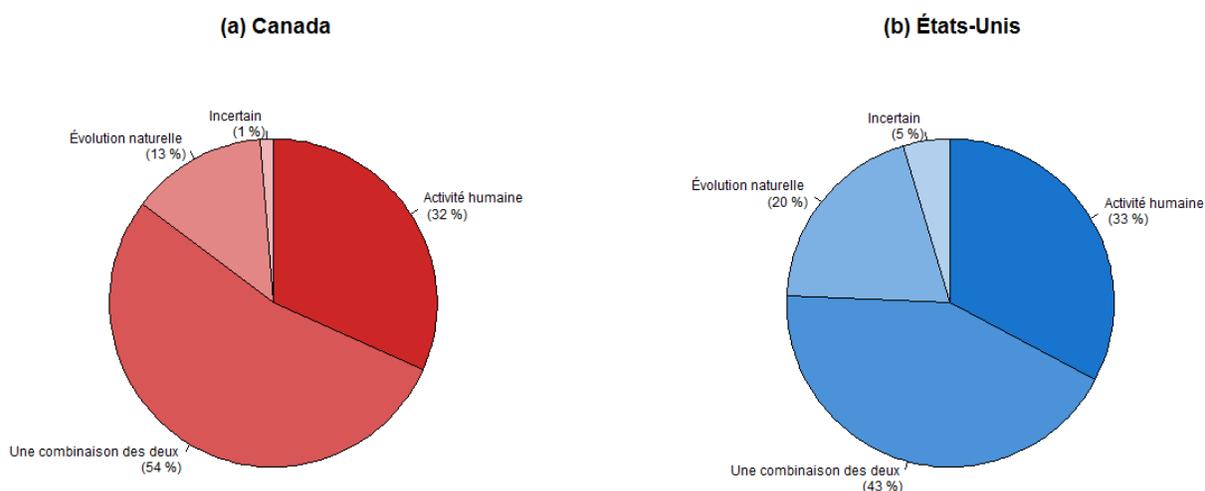
Plus du trois quarts des répondants canadiens et américains ont affirmé avoir une bonne connaissance des changements climatiques (Figure 7). D'ailleurs, la grande majorité des acériculteurs canadiens sont convaincus ou plutôt convaincus que la température de la Terre augmente (Figure 8). La majorité des producteurs du Canada (72 %) et des États-Unis (65 %) sont en accord ou partiellement en accord pour dire qu'ils ressentent les effets des changements climatiques dans leur région et un peu plus de la moitié des producteurs sont d'accord pour affirmer que les changements climatiques ont des impacts tangibles sur eux et leur communauté. Par contre, ils sont à peine plus de 30 % à considérer que les changements climatiques sont causés exclusivement par l'activité humaine tandis qu'environ la moitié des répondants les attribuent à une source mixte (Figure 9).



▲ **Figure 7** | Niveau d'accord des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l'affirmation suivante : *J'ai une bonne connaissance des changements climatiques.*



▲ **Figure 8** | Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à la question suivante : *Dans quelle mesure êtes-vous convaincu que la température moyenne de la Terre augmente ?*

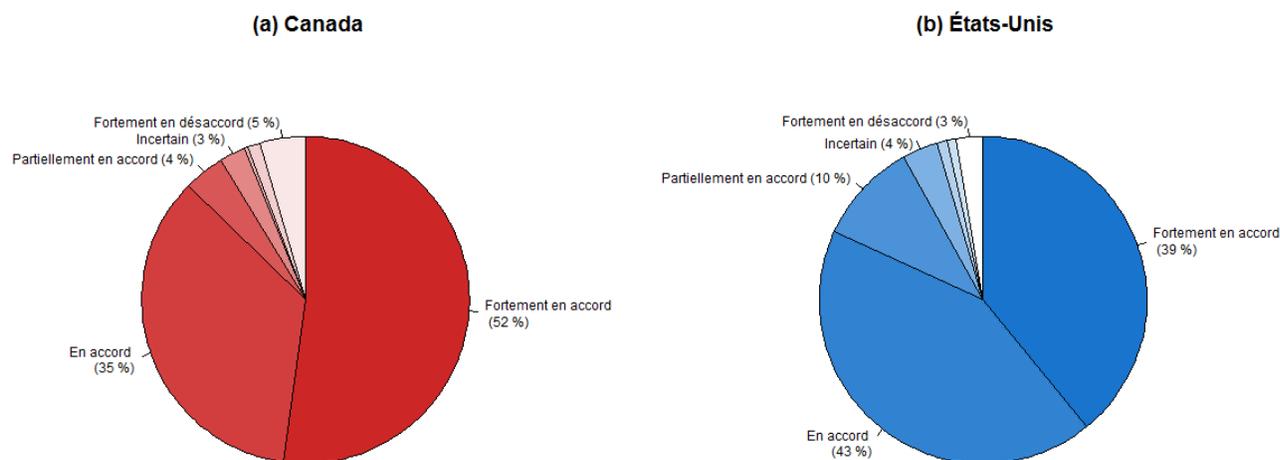


▲ **Figure 9** | Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à la question suivante : *Est-ce que la Terre se réchauffe principalement en raison de l'activité humaine (telle que la combustion d'énergies fossiles) ou surtout en raison d'une évolution naturelle du climat terrestre ?*

En somme, le portrait des répondants concernant leur niveau de connaissance des changements climatiques et leur niveau de conviction que la température de la Terre augmente est similaire à celui de la population générale du Canada et des États-Unis¹². Cependant, par rapport aux causes des changements climatiques, l'opinion des acériculteurs ne semble pas refléter le clivage d'opinions entre la population canadienne et américaine : dans la population générale, environ la moitié des Canadiens croit que le réchauffement climatique est dû à l'activité humaine tandis que seulement le quart des Américains est de cet avis¹².

4. IMPACTS PERÇUS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA SANTÉ DES ÉRABLIÈRES

Les acériculteurs canadiens (87 %) et américains (82 %) sont fortement en accord ou d'accord avec l'affirmation selon laquelle l'acériculture est intimement liée au climat (Figure 10). Effectivement, plusieurs phénomènes liés directement ou indirectement au climat peuvent diminuer l'état de santé d'une érablière et ainsi réduire sa productivité en sirop d'érable¹³.



▲ **Figure 10** | Niveaux d'appui des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l'affirmation suivante : *L'acériculture est intimement liée au climat.*

Parmi une liste de phénomènes reliés au climat, un plus grand nombre de producteurs canadiens et américains ont identifié les vents violents et le verglas comme source de dommages importants lors des dernières décennies (Tableau 1). Dans une moindre mesure, ils ont aussi rapporté des dommages causés par les sécheresses, les épidémies d'insectes ravageurs, et les plantes exotiques envahissantes. La grêle et les feux de forêt ont causé des dommages importants seulement chez une minorité des acériculteurs sondés.

D'autres aléas qui n'étaient pas suggérés dans le sondage peuvent aussi affecter négativement la santé des érables. Mentionnons les pluies acides qui augmentent l'acidité du sol¹⁴, les polluants atmosphériques¹⁵, et l'augmentation de la fréquence des dégels hivernaux qui affectent la survie des racines quand ils sont associés aux gels profonds du sol et l'absorption des nutriments¹⁶⁻¹⁸.

	(a) Canada			(b) États-Unis		
	Oui	Non	Je ne sais pas	Oui	Non	Je ne sais pas
Verglas	41	55	5	37	61	2
Grêle	6	87	7	1	94	6
Sécheresse	13	78	9	18	69	13
Vents violents et tornade	61	37	3	38	57	5
Feu de forêt	0	99	1	0	99	1
Épidémie d'insectes ravageurs	18	75	7	15	79	5
Plantes exotiques envahissantes	10	82	8	16	76	8

◀ **Tableau 1** | Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à la question suivante : *Dans les dernières décennies, est-ce que l'un de ces événements extrêmes liés au climat a provoqué des dommages importants sur votre érablière ?* L'intensité des couleurs est proportionnelle au taux de réponse.

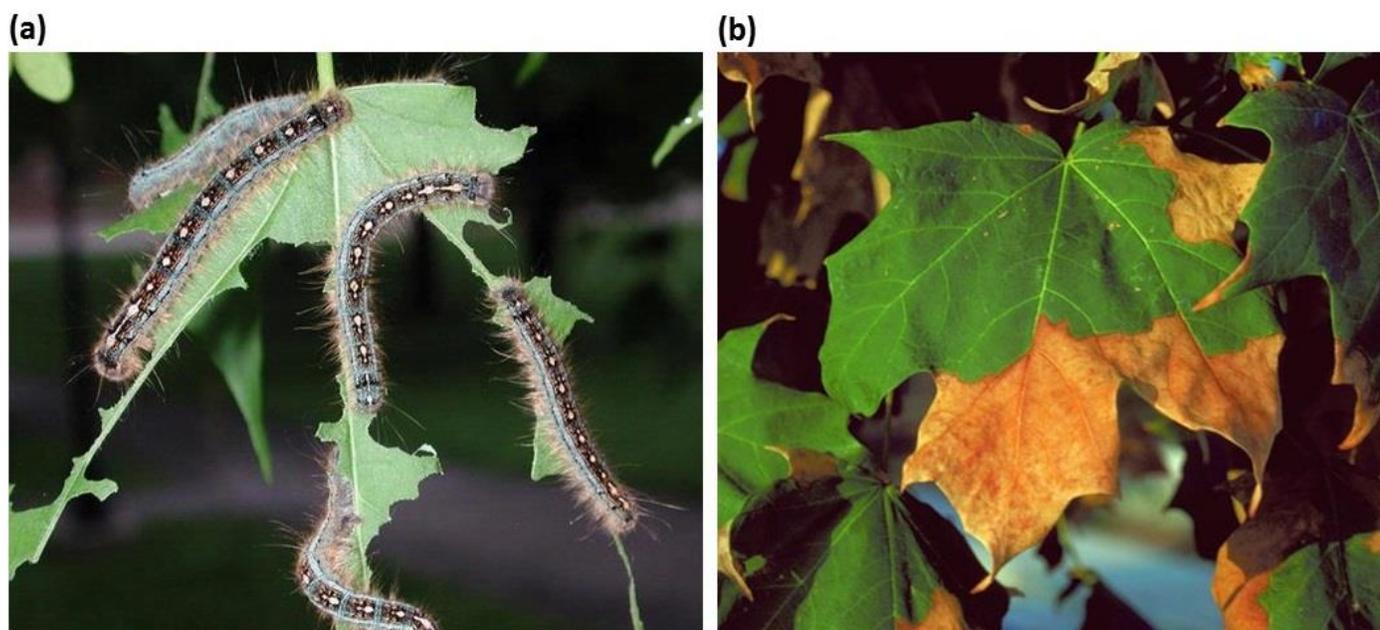
Nous avons ensuite demandé aux producteurs acéricoles d'identifier la probabilité que certains aléas liés au climat soient plus fréquents lors des trois prochaines décennies. En général, une majorité de producteurs ont indiqué que les probabilités de voir une augmentation de la fréquence de tous les événements proposés sont de moyennes à élevées. Cependant, les acériculteurs canadiens sont plus nombreux que les Américains à identifier comme élevée ou très élevée la probabilité que la fréquence des aléas augmente dans les 30 prochaines années (Tableau 2).

	(a) Canada						(b) États-Unis					
	Très faible	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée	Je ne sais pas	Très faible	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée	Je ne sais pas
Des températures annuelles moyenne élevées	1	10	34	31	23	0	5	15	26	25	24	6
Des épisodes de forte pluie	1	9	30	42	16	2	5	13	27	27	19	9
Des tempêtes de neige ou de verglas	0	7	36	37	19	1	4	11	40	25	8	13
Des sécheresses	3	20	33	29	13	2	5	11	25	35	15	9
Des feux de forêt	0	18	36	31	14	1	5	19	28	26	12	10
Des épidémies d'insectes	1	9	39	32	16	2	5	6	35	27	14	12
Des hivers particulièrement doux	1	8	34	39	18	0	5	11	32	24	19	9
Devancement dans le temps de la période printanière d'alternance gel-dégel	1	11	28	40	21	0	5	8	28	30	21	8
Davantage d'épisodes de dégel en hiver	2	6	24	44	24	0	3	10	34	27	15	12
Des tempête de vents violents	0	11	36	34	17	1	5	15	34	25	6	15
Des canicules en été	0	8	36	37	18	1	4	7	35	31	11	12
Des tempêtes de grêle	2	16	41	29	11	2	6	19	32	20	5	19
Des événements de chaleur extrême au printemps qui déclencheraient prématurément la fin de la saison de coulée	1	14	33	36	14	1	5	16	25	26	14	14

◀ **Tableau 2** | Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à la question suivante : *Selon vous, au cours des 30 prochaines années, quelle est la probabilité que les aléas suivants surviennent plus souvent qu'auparavant ?* L'intensité des couleurs est proportionnelle au taux de réponse.

Les projections climatiques permettent d'identifier quels aléas risquent le plus d'augmenter en fréquence dans le futur. Ceux-ci incluent les aléas liés à la température, comme les températures annuelles moyennes élevées, les canicules en été, les hivers particulièrement doux, les événements de dégel en hiver, le devancement de la période de gel-dégel au printemps et les événements de chaleur extrême au printemps déclenchant la fin de la saison de coulée⁷. Plusieurs études prédisent également que le réchauffement du climat changera la distribution géographique de plusieurs espèces d'insectes et augmentera la fréquence et l'intensité des épidémies^{19,20}, comme celles parfois causées par la livrée des forêts dans les peuplements d'érables²¹ (Figure 11a). Pour ce qui est des sécheresses (Figure 11b), les sols risquent d'être en moyenne plus secs en été dans le futur et la fréquence des sécheresses importantes risque d'augmenter²². Quant aux feux de forêts, on attend de ceux-ci qu'ils augmentent en intensité et en fréquence^{23,24}, mais cet enjeu n'est pas majeur pour l'acériculture car les dommages causés par le feu dans les érablières sont très rares²⁵.

Pour d'autres aléas, les projections actuelles ne permettent pas d'identifier une augmentation de fréquence dans le futur. Par exemple, bien qu'on s'attende à une réduction des vents en été et une légère augmentation des vents en hiver dans l'Est du Canada²⁶, il est présentement impossible d'établir si la fréquence et l'intensité des cyclones post-tropicaux, qui causent des pluies torrentielles et des vents violents, changeront dans les prochaines années pour cette région⁷. Le verglas peut aussi causer des dommages physiques importants aux parties aériennes des érables et donc induire une diminution de croissance pendant plusieurs années²⁷. Plusieurs producteurs acéricoles se souviennent amèrement de la tempête de verglas qui a causé de graves dommages aux érablières du Québec et de l'Ontario en janvier 1998, ou celle qui a frappé l'Estrie en décembre 2013. Ces mauvais souvenirs pourraient expliquer les différences de taux de réponses des acériculteurs canadiens par rapport aux acériculteurs américains. Néanmoins, les connaissances actuelles ne permettent pas de déterminer avec confiance si le nombre, la durée et l'intensité des tempêtes verglas changeront en Amérique du Nord dans les décennies à venir⁷.



▲ **Figure 11** | Défoliation par des larves de la livrée des forêts (a) et effets de la sécheresse sur des feuilles d'érable à sucre (b).



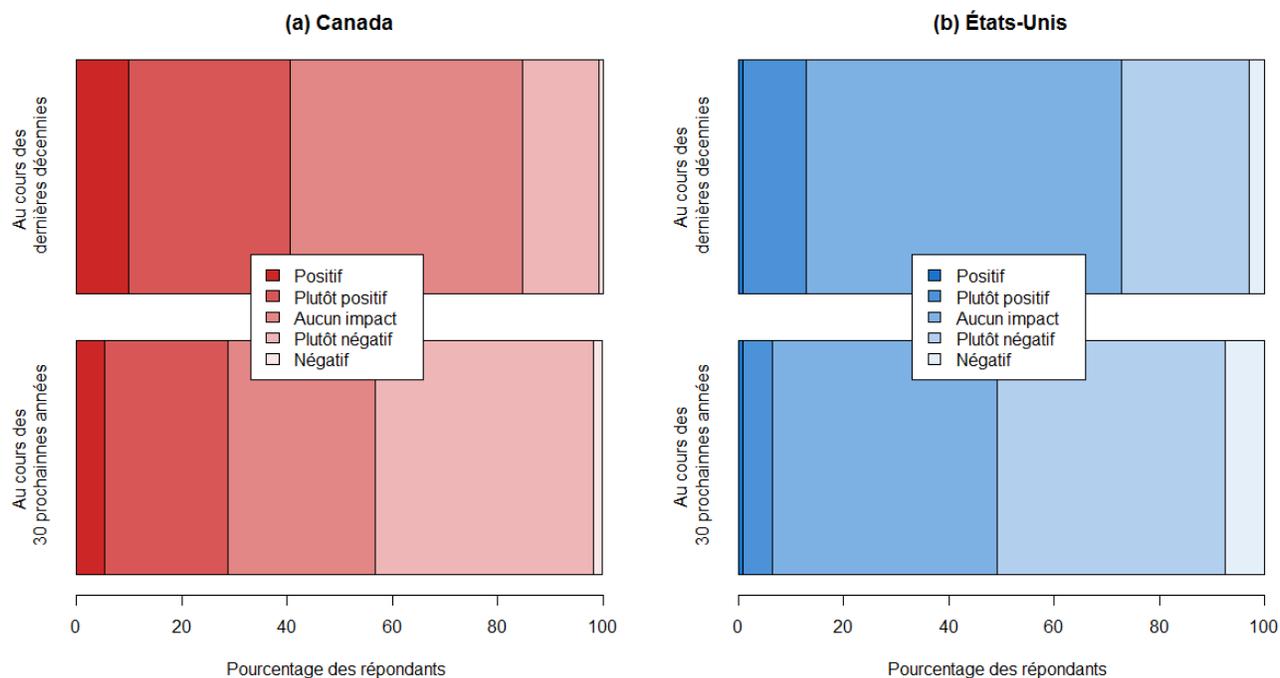
5. IMPACTS PERÇUS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA PRODUCTION DE SIROP D'ÉRABLE

5.1 Rendement par entaille

Le climat est le principal facteur affectant la variabilité interannuelle de la productivité des érablières. Plusieurs variables climatiques interagissent ensemble pour influencer le rendement à l'entaille⁴. Par exemple, des températures estivales élevées et de faibles précipitations pendant l'été précédant la saison de coulée favorisent le rendement, tandis que des hivers doux le diminuent. De plus, un début de saison de coulée hâtif, de même que des événements de gel-dégels fréquents, des températures moyennes élevées et des températures maximales faibles pendant la saison de coulée, augmentent le rendement⁴.

Environ 45 % des producteurs canadiens et 60 % des producteurs américains ont affirmé ne pas avoir observé d'impact des changements climatiques sur le rendement par entaille de leur érablière lors des dernières décennies (Figure 12, panneaux supérieurs). Seulement 15 % des producteurs canadiens ont affirmé avoir observé un effet négatif ou plutôt négatif des changements climatiques. Chez les producteurs américains, cette proportion atteint cependant 27 %. Cette différence pourrait mettre en évidence une plus grande vulnérabilité des érablières situées en basse latitude face aux changements climatiques.

Pour ce qui est des trois prochaines décennies, un grand nombre de producteurs canadiens (43 %) et américains (51 %) s'attendent à voir leurs rendements à l'entaille négativement ou plutôt négativement affectés par les changements climatiques (Figure 12, panneaux inférieurs), indiquant que plusieurs producteurs acéricoles sont relativement pessimistes par rapport à cet aspect. Les plus récentes modélisations de la productivité des érablières en fonction de différents scénarios de changements climatiques indiquent plutôt que la production annuelle sera légèrement favorisée d'ici 2046-2065 et 2081-2100 par rapport à 1971-2000, et que la variabilité interannuelle des rendements sera peu ou pas affectée¹³.

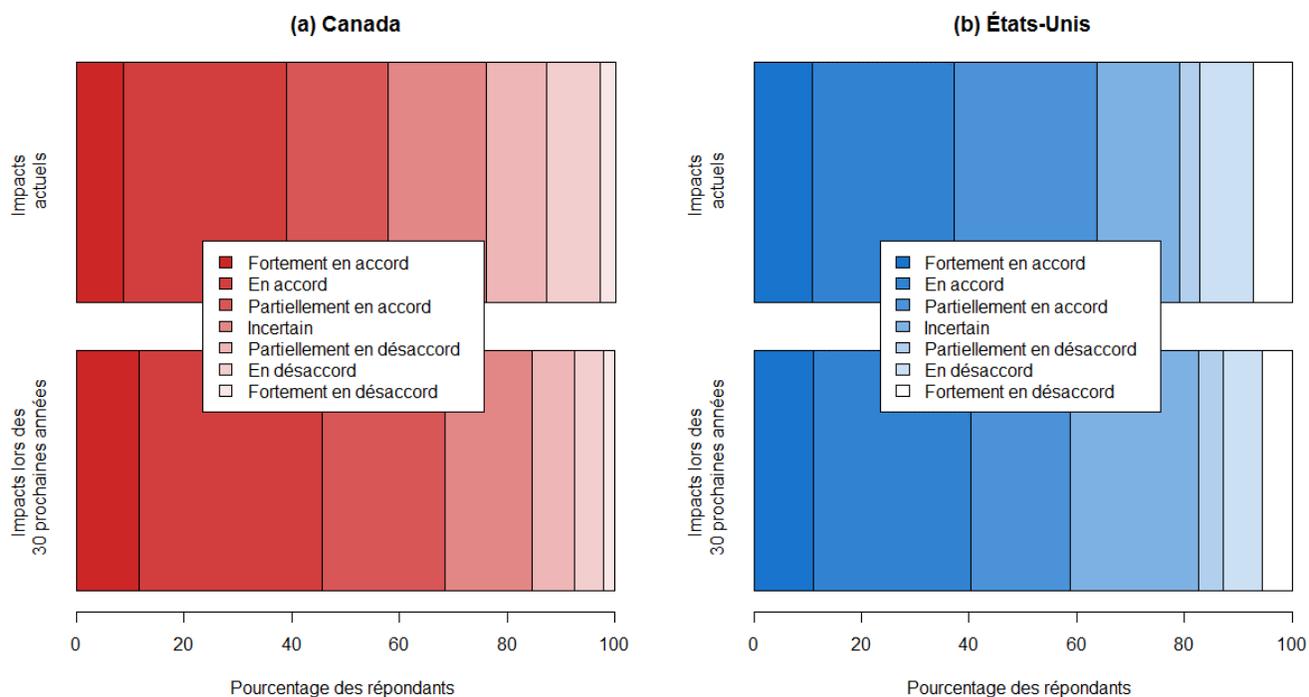


▲ **Figure 12** | Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) aux questions suivantes : *Durant les dernières décennies, quel a été l'impact des changements climatiques sur le rendement à l'entaille ? (panneaux du haut), et : Au cours des 30 prochaines années, quel sera l'impact des changements climatiques sur le rendement à l'entaille ? (panneaux du bas).*

5.2 Déplacement de la saison de coulée

L'impact des changements climatiques se fera probablement le plus sentir sur le devancement de la saison de coulée. Selon les projections de Duchesne et de ses collaborateurs²⁶, les producteurs québécois devront devancer la période d'entailage et de récolte de la sève d'environ 12 à 19 jours d'ici 2050 et 2090 pour éviter des pertes de rendement de l'ordre de 15 à 22 % par rapport à la période 1971-2000. L'étude de Houle et de ses collaborateurs^{6,11} va dans le même sens. Elle projette que les dates de début et de fin des saisons de coulée seront devancées de 9 à 13 jours par rapport à la période 1971-2000 pour l'horizon 2046-2065 et de 15 à 19 jours pour l'horizon 2080-2100 au Québec. Finalement, l'étude de Guilbert et de ses collaborateurs²⁹ projette une baisse de 7-11 jours propices à la production de sirop d'érable pour les mêmes périodes dans le bassin du lac Champlain et que les jours de production auront lieu plus tôt dans l'année. Conformément aux résultats issus de ces études, les producteurs canadiens (58 %) et américains (64 %) affirment en majorité avoir déjà observé que le début de la saison de coulée était devancé et un nombre similaire de répondants affirment que cette tendance se poursuivra dans le futur (Figure 13).

Les producteurs sont aussi majoritaires à penser que les changements climatiques entraîneront une plus grande variabilité dans la date de début de la saison de coulée (69 % et 64 % des producteurs canadiens et américains, respectivement). De plus, 52 % des producteurs canadiens et 48 % des producteurs américains ont indiqué être au moins partiellement en accord avec l'affirmation selon laquelle il sera de moins en moins facile de déterminer le meilleur moment pour entailler les érables. Encore une fois, l'étude de Houle et de ses collaborateurs^{6,11} vient modérer ces inquiétudes puisque les résultats de leurs modèles prédictifs ne suggèrent pas que les dates de début des saisons de coulée seront plus variables dans le futur que présentement.



▲ **Figure 13** | Niveaux d’appui des acériculteurs canadiens **(a)** et américains **(b)** aux affirmations suivantes : *Le début de la saison de coulée de la sève d’érable est déjà devancé par les changements climatiques (panneaux du haut)*, et : *Au cours des 30 prochaines années, le début de la saison de coulée de la sève d’érable sera devancé par les changements climatiques (panneaux du bas)*.



6. PERCEPTIONS DES ACÉRICULTEURS FACE AUX MESURES POTENTIELLES D'ADAPTATION

6.1 Perceptions générales sur l'adaptation

Tel que mentionné dans les précédentes sections, les impacts anticipés des changements climatiques sur l'acériculture sont multiples. Que ce soit pour profiter de nouvelles opportunités ou pour pallier aux impacts négatifs des changements climatiques, la mise en place de mesures d'adaptation passe principalement par les initiatives des producteurs eux-mêmes.

Nous avons questionné les répondants pour connaître leurs perceptions générales sur l'adaptation de l'acériculture face aux changements climatiques. Seulement 23 % des acériculteurs canadiens sont au moins partiellement en accord avec l'affirmation selon laquelle les moyens d'adaptation aux changements climatiques sont nombreux pour l'acériculture, alors que cette proportion était de 43 % chez les répondants américains (Tableau 3). D'ailleurs, 77 % des producteurs canadiens et 60 % des producteurs américains ont affirmé qu'il faut développer de nouvelles solutions pour faire face aux changements climatiques et plus de 70 % d'entre eux se sont dit prêts à mettre en œuvre de telles mesures si celles-ci permettent d'augmenter la productivité de leur érablière (Tableau 3).

	(a) Canada							(b) États-Unis						
	Fortement en désaccord	En désaccord	En désaccord partiel	Incertain	Partiellement en accord	En accord	Fortement en accord	Fortement en désaccord	En désaccord	En désaccord partiel	Incertain	Partiellement en accord	En accord	Fortement en accord
Les moyens d'adaptation aux changements climatiques sont nombreux pour l'acériculture.	6	35	14	22	13	8	2	1	17	14	26	28	11	4
Il faut développer de nouvelles solutions pour faire face aux changements climatiques.	1	5	5	12	22	44	12	3	7	4	25	27	28	7
Il est fort probable que je mette en place des mesures d'adaptation si ça permet d'améliorer la production de mon érablière.	0	3	4	13	24	41	16	3	6	6	15	23	33	16
Il est préférable d'attendre d'observer les effets des changements climatiques sur la production acéricole avant de mettre en œuvre des moyens d'adaptation.	10	22	15	15	19	15	4	3	6	8	17	26	37	5

◀ **Tableau 3** | Perceptions générales des producteurs de sirop d'érable du Canada (a) et des États-Unis (b) vis-à-vis des mesures d'adaptation du milieu acéricole face aux changements climatiques.

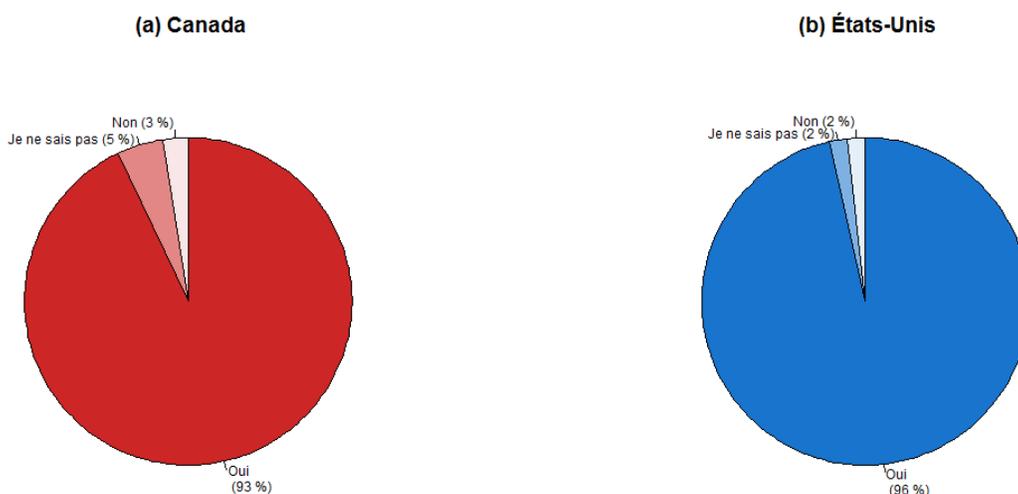
Ces résultats démontrent clairement l'intérêt qu'ont les producteurs acéricoles pour le développement et la mise en place de stratégies d'adaptations efficaces face aux changements climatiques. Il existe cependant un contraste important entre les producteurs des deux pays quant au moment optimal pour mettre en œuvre de telles mesures : les producteurs américains sont majoritairement (67%) d'avis qu'il faut attendre d'observer les effets des changements climatiques, alors que les producteurs canadiens sont beaucoup plus partagés sur cette question (Tableau 3). Cette observation est étonnante si l'on considère que les producteurs américains sont plus nombreux à indiquer avoir observé un effet négatif des changements climatiques sur le rendement à l'entaille au cours des dernières décennies (Figure 12, panneaux supérieurs).

Plusieurs méthodes d'adaptation pourraient permettre à l'industrie acéricole de faire face aux changements climatiques. Certaines peuvent être appliquées directement par les producteurs, alors que d'autres doivent être implantées à plus large échelle par le secteur acéricole dans son ensemble. Ces méthodes sont brièvement décrites dans les prochaines sections et accompagnées de l'opinion des producteurs acéricoles quant à leur efficacité potentielle pour faire face aux changements climatiques, et de leur volonté et leur capacité de les appliquer.

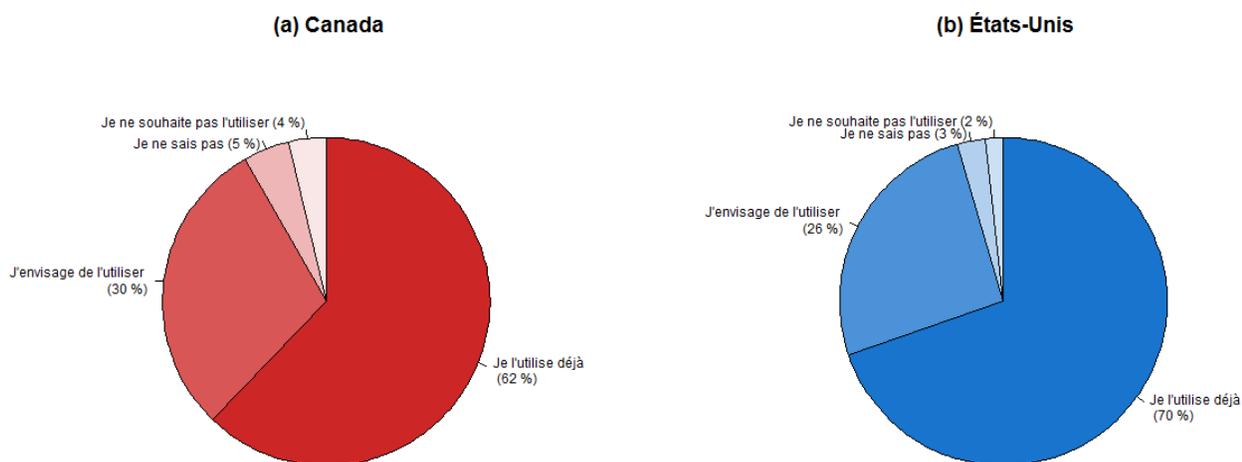
6.2 Adaptations des acériculteurs

6.2.1 Suivre les dernières recherches

L'adaptation du secteur acéricole aux effets des changements climatiques passe en partie par la recherche fondamentale et appliquée. Une très grande majorité des répondants sont de cet avis, et la plupart disent suivre ou envisager de suivre les dernières recherches qui portent sur la production de sirop d'érable (Figure 15). Malheureusement, un grand nombre de producteurs sont d'avis que l'information sur l'impact des changements climatiques sur l'acériculture n'est pas facilement disponible (58 % des Canadiens et 47 % des Américains), suggérant qu'il existe des lacunes dans le transfert des connaissances vers les acériculteurs.



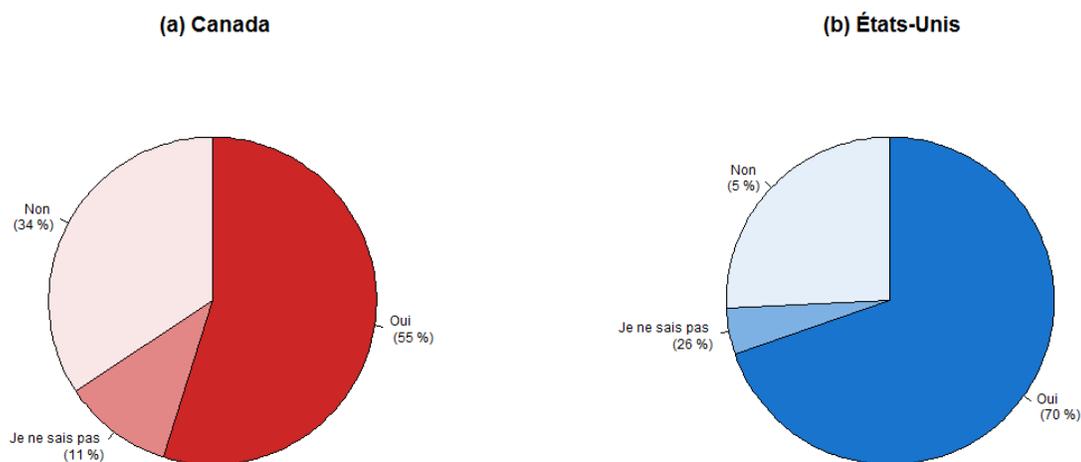
▲ **Figure 14** | Niveaux d'appui des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l'affirmation selon laquelle suivre les dernières recherches qui portent sur la production de sirop d'érable pourrait permettre aux producteurs de s'adapter aux changements climatiques.



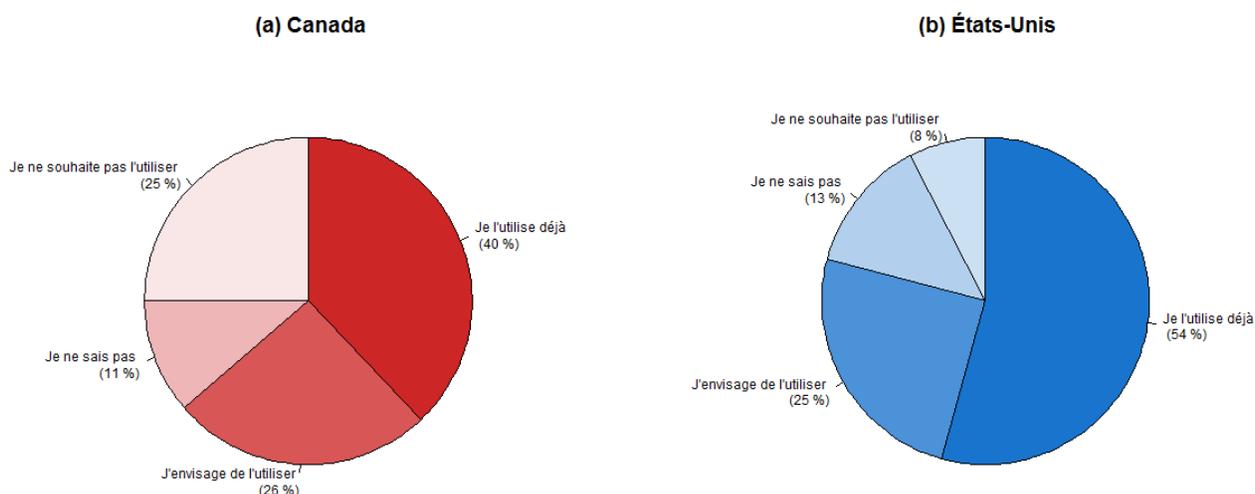
▲ **Figure 15** | Degré d'utilisation des dernières recherches qui portent sur la production de sirop d'érable comme solution d'adaptation aux changements climatiques pour les acériculteurs canadiens (a) et américains (b).

6.2.2 Devancer la date d'entaillage

L'entaillage hâtif – au mois de janvier par exemple – pourrait permettre de tenir compte du devancement de la saison de coulée induit par les changements climatiques^{6,13} et d'assurer aux producteurs de ne pas manquer le début de la coulée, et ce, sans que le rendement à court et long terme soit significativement affecté³⁰⁻³¹. Une majorité des producteurs canadiens et américains sont d'accord pour affirmer qu'il s'agit d'une mesure efficace (Figure 16), et la plupart des producteurs disent déjà l'utiliser ou envisagent de le faire (Figure 17).



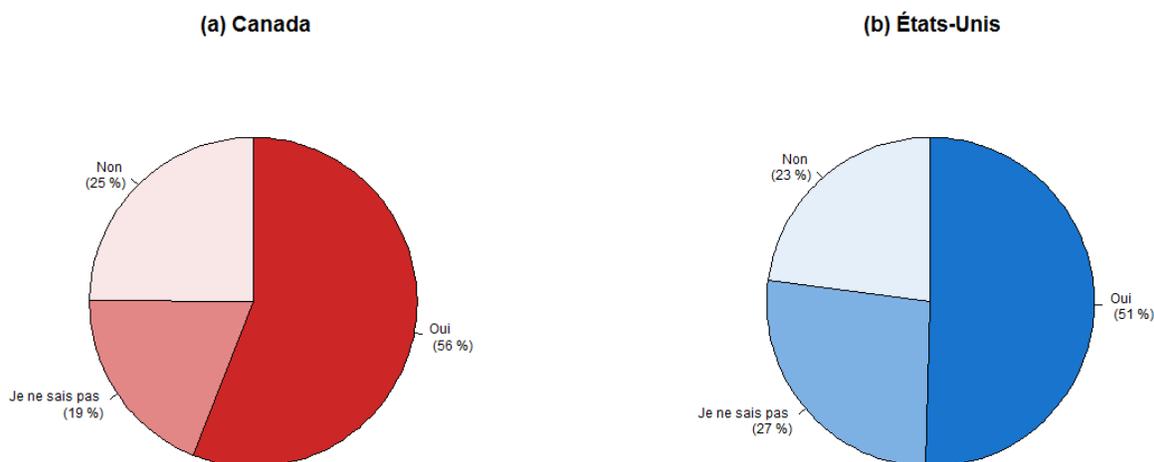
▲ **Figure 16** | Niveaux d'appui des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l'affirmation selon laquelle devancer la date d'entaillage pourrait permettre aux producteurs de s'adapter aux changements climatiques.



▲ **Figure 17** | Degré d'utilisation du devancement de la date d'entaillage des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) comme solution d'adaptation aux changements climatiques.

6.2.3 Utiliser des modèles de prévision à court terme

Il n'existe pas de modèles de prévision spécifiques pour déterminer la date de coulée des érables³². Seules les prévisions météorologiques, l'intuition, l'expérience et une bonne connaissance de l'érablière permettent aux acériculteurs d'évaluer le meilleur moment pour entailler leurs érables. Environ 95 % des acériculteurs sondés disent consulter des sites de prévisions météorologiques pendant la saison pour planifier le début de la coulée. Ces prévisions se sont considérablement améliorées au cours des trois dernières décennies³³, et on peut s'attendre à ce qu'elles soient de plus en plus fiables dans le futur. Un peu plus de la moitié des personnes sondées sont d'avis que des modèles de prévision saisonnière de la coulée leur permettraient de mieux prévoir la date de début de coulée (Figure 18). Il semble donc que des prévisions davantage adaptées à l'acériculture pourraient trouver preneurs chez les acériculteurs.



▲ **Figure 18** | Niveaux d'appui des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l'affirmation selon laquelle utiliser des modèles de prévision saisonnière de la coulée afin de déterminer le meilleur moment d'entailler pourrait permettre aux producteurs de s'adapter aux changements climatiques.

6.2.4 Augmenter la productivité et l'état de santé des érablières

Un moyen d'adaptation potentiel contre les effets des changements climatiques est d'adopter le principe de précaution et de travailler à augmenter graduellement la productivité et l'état de santé des érablières à l'aide de nouvelles technologies acéricoles ou en augmentant le nombre d'arbres entaillés. Plus de 75 % des répondants ont affirmé avoir une bonne connaissance des nouvelles technologies acéricoles. Cependant, ils sont moins nombreux (44 % des producteurs canadiens et 57 % des producteurs américains) à penser que celles-ci permettent de bien faire face aux nouveaux défis provoqués par les changements climatiques (Tableau 4).

	(a) Canada							(b) États-Unis						
	Fortement en désaccord	En désaccord	En désaccord partiel	Incertain	Partiellement en accord	En accord	Fortement en accord	Fortement en désaccord	En désaccord	En désaccord partiel	Incertain	Partiellement en accord	En accord	Fortement en accord
Mes connaissances des nouvelles technologies acéricoles sont étendues (Ex : Tubulure sous haut-vide, chalumeaux munis de valves anti-retour, chaulage et engrais, osmose inverse, aménagement sylvicole, assainissement).	2	7	9	6	24	35	17	1	9	6	6	28	30	19
Les nouvelles technologies acéricoles permettent de bien faire face aux nouveaux défis provoqués par les changements climatiques.	2	12	9	33	23	18	3	1	6	8	28	31	20	6

◀ **Tableau 4** | Perceptions générales des producteurs de sirop d'érable du Canada (a) et des États-Unis (b) vis-à-vis de l'utilisation de nouvelles technologies comme mesure d'adaptation du milieu acéricole face aux changements climatiques.

Fertiliser le sol : il a été démontré que le chaulage pouvait avoir un impact positif sur la croissance des érables lorsque des déséquilibres nutritifs sont présents dans le sol^{34,35}. Toutefois, cette démarche doit s'inscrire dans une stratégie sylvicole cohérente car le chaulage peut provoquer des retombées négatives sur l'investissement à long terme dans une érablière saine ou aménagée inadéquatement³⁶. Un contraste important existe entre les acériculteurs canadiens et américains par rapport à cette mesure. Plus de 60% des répondants canadiens estiment que le chaulage et l'épandage d'engrais sont des solutions permettant l'adaptation aux changements climatiques tandis que seulement 29 % des Américains sont de cet avis. Il est possible que cette différence soit liée à l'utilisation actuelle du chaulage et de fertilisants par les producteurs qui varie considérablement entre les deux pays (Tableau 5). En effet, puisque les sols des érablières américaines sont généralement plus riches et moins acides que les sols des érablières canadiennes³⁷, il n'est pas surprenant que les acériculteurs des États-Unis utilisent beaucoup moins le chaulage pour favoriser la santé de leurs érablières.

Effectuer des travaux d'aménagements forestiers : afin de maintenir une érablière saine, il est important de diversifier la composition d'espèces et la structure d'âge du peuplement d'érables à sucre et de ne pas viser l'établissement d'un peuplement pur d'érable à sucre³⁸. Créer des trouées, couper les arbres moribonds dans le peuplement permet aussi de favoriser la santé et la vigueur des érables et la pérennité de l'exploitation acéricole. Une très forte majorité des répondants sont d'avis que l'aménagement forestier est une solution permettant l'adaptation aux changements climatiques et la plupart d'entre eux disent déjà utiliser cette approche ou envisager de le faire (Tableau 5).

Augmenter le nombre d'arbres entaillés : le nombre d'entailles a des impacts directs sur le rendement d'une érablière. L'augmentation du nombre d'entailles dans une érablière peut accroître la production totale de sève et peut ainsi compenser pour une année moins productive. Une majorité d'acériculteurs canadiens (62 %) et un nombre élevé de producteurs américains (43 %) ne croient cependant pas qu'augmenter le nombre d'entailles soit une mesure permettant de s'adapter aux changements climatiques, et ce, même si la moitié des producteurs canadiens (51 %) et les deux tiers des Américains (67 %) affirment l'avoir déjà fait (Tableau 5). Malheureusement, il se peut qu'il y ait différentes façons pour les répondants d'avoir interprété notre question. Certains producteurs ont peut-être compris que la mesure concernait une augmentation du nombre d'arbres entaillés sur une surface fixe (à l'intérieur d'une érablière) alors que d'autres pourraient avoir compris que la mesure concernait une expansion de l'érablière sur de nouvelles superficies. Depuis récemment, l'augmentation du nombre d'entailles s'est probablement faite par une expansion des superficies des érablières, et non par une augmentation du nombre d'entailles par surface (T. Perkins, communication personnelle). D'ailleurs, l'ajout d'entailles au Québec est une stratégie difficile compte tenu du système de gestion de l'offre mis en place par la Fédération des producteurs acéricoles du Québec.

Entailler l'érable rouge : l'érable rouge est une espèce généraliste qui tolère une grande variabilité de conditions climatiques et de sols³⁹. Cette essence a vu son abondance considérablement augmenter à travers le territoire nord-américain pendant le 20^e siècle^{40,41}. Même si l'érable rouge fournit une sève moins sucrée², plusieurs producteurs les entaillent au même titre que l'érable à sucre. La moitié des répondants américains et 39% des répondants canadiens croient qu'entailler des érables rouges pourrait permettre aux producteurs de faire face aux changements climatiques et environ la moitié des répondants disent déjà entailler des érables rouges. Cependant, seulement 5 à 6 % des répondants envisagent d'entailler cette essence dans le futur (Tableau 5).

Utiliser de nouvelles techniques de récolte : dans les dernières années, les rendements à l'entaille ont eu tendance à augmenter suite à l'introduction de nouvelles technologies de récolte de la sève⁴. Notamment, la tubulure sous haut vide procure une production de sirop pouvant être jusqu'à 3,5 fois plus élevée qu'avec un système gravitaire⁴². Cette amélioration du rendement pourrait servir à pallier pour une saison de récolte plus courte ou pour tout autre impact négatif des changements climatiques. C'est du moins l'avis de 53 % des producteurs canadiens et 73 % des producteurs américains. D'ailleurs, 42 % des producteurs canadiens et 51 % des producteurs américains disent déjà utiliser cette technologie pour faire face aux défis des changements climatiques et seulement 25 % des producteurs sont fermés à cette approche pour le futur (Tableau 5). De ce nombre, une proportion significative de répondants pourrait être constituée de producteurs artisanaux à petite échelle qui ne souhaitent pas investir des sommes importantes d'argent dans de nouvelles technologies de récolte.

Adopter des pratiques sanitaires intensives : la mise en place de mesures d'assainissement des instruments acéricoles (tubulures, chutes, chalumeaux) au début et à la fin de la saison de récolte permet de réduire la croissance des micro-organismes dans la sève et d'améliorer la production tout au long de la saison de coulée⁴³⁻⁵⁰. Toutefois, une forte majorité des répondants sont d'avis que cette méthode pourrait permettre de faire face aux changements climatiques et la plupart des répondants l'utilisent déjà ou envisagent de l'utiliser (Tableau 5).

▼ **Tableau 5** | Opinions des acériculteurs canadiens et américains par rapport à différentes mesures visant à augmenter la productivité et l'état de santé des érablières.

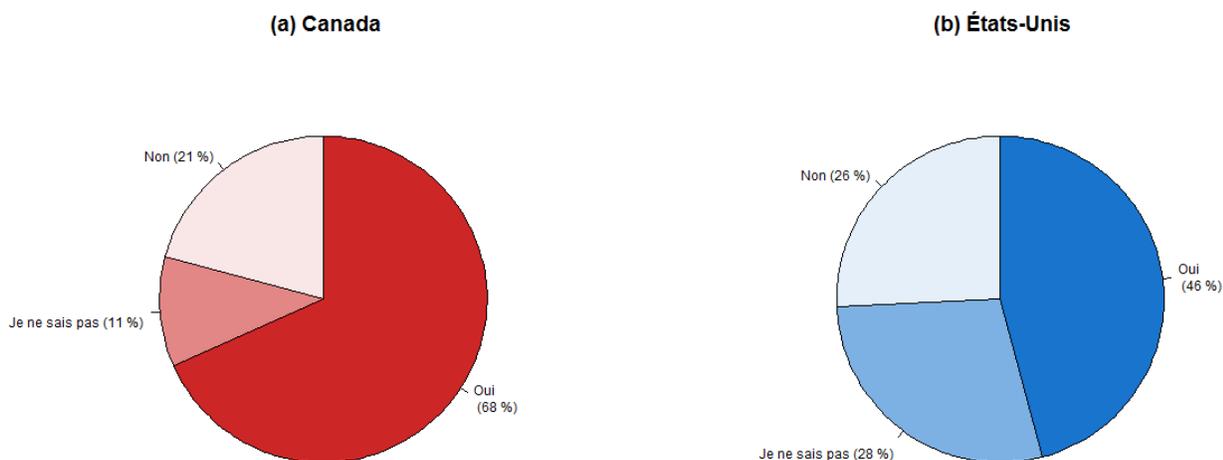
	Est-ce que ces solutions permettent de s'adapter aux changements climatiques?						Quelles sont les solutions que vous utilisez déjà ou que vous aimeriez utiliser?							
	Canada			États-Unis			Canada				États-Unis			
	Oui	Non	Je ne sais pas	Oui	Non	Je ne sais pas	Je l'utilise déjà	J'envisage de l'utiliser	Je ne souhaite pas l'utiliser	Je ne sais pas	Je l'utilise déjà	J'envisage de l'utiliser	Je ne souhaite pas l'utiliser	Je ne sais pas
Chauler et épandre de l'engrais pour combattre le dépérissement des érables	64	18	19	29	20	51	20	41	17	22	2	11	39	49
Effectuer des aménagements forestiers dans votre érablière pour, par exemple, gérer la densité des tiges ou favoriser la biodiversité	88	5	8	76	4	20	60	28	5	8	46	22	13	19
Augmenter le nombre d'arbres entaillés	25	62	11	37	43	20	24	27	36	14	37	30	19	14
Entailler des érables rouges	39	32	29	51	23	27	52	5	25	18	57	6	26	11
Équiper les érablières avec le système de récolte de la sève par tubulure sous haut-vide	53	28	19	73	12	15	42	20	26	12	51	12	25	13
Adopter des pratiques sanitaires intensives (tubulures, chalumeaux et/ou remplacement annuel des chalumeaux)	65	22	14	29	20	51	54	20	9	17	79	16	3	3

6.3 Adaptation du secteur acéricole

6.3.1 Valorisation du sirop d'érable de fin de saison

La fin de la saison de récolte se termine généralement par une semaine de coulée de sirop dont le goût est fort différent de celui du reste de la saison. Ce sirop, appelé *sirop de bourgeon*, ne rencontre pas les standards de qualité suffisants pour être commercialisé par l'industrie⁵¹. En conséquence, les stocks de ce type de sirop s'accumulent d'année en année et atteignaient 20 millions de livres au Québec en 2017⁵¹. Commercialiser le *sirop de bourgeon*, par exemple comme agent sucrant⁵²⁻⁵³ ou pour ses propriétés nutraceutiques⁵⁴, est un énorme défi, mais le relever permettrait de trouver de nouveaux débouchés commerciaux et d'augmenter les recettes des producteurs.

Une majorité des acériculteurs canadiens et près de la moitié des producteurs américains sont de l'avis que la valorisation du sirop de fin de saison pourrait permettre au secteur acéricole de s'adapter aux changements climatiques (Figure 19).



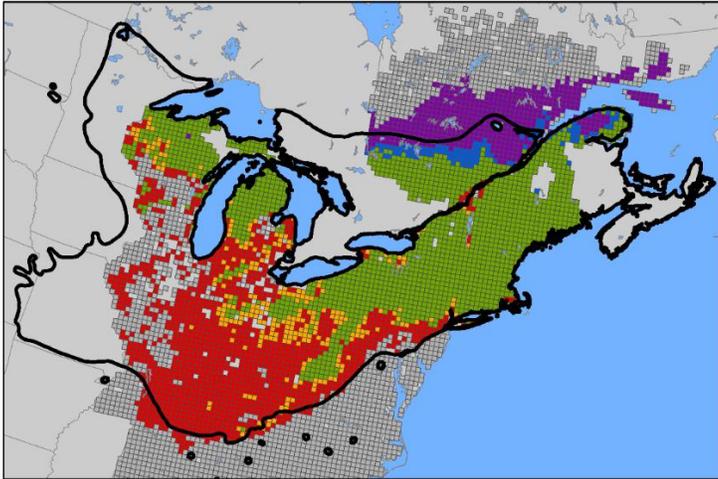
▲ **Figure 19** | Niveaux d'appui des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l'affirmation selon laquelle la valorisation du sirop de fin de saison pourrait permettre au secteur acéricole de s'adapter aux changements climatiques.

6.3.2 Entaillage dans le nord de l'aire de répartition de l'érable à sucre

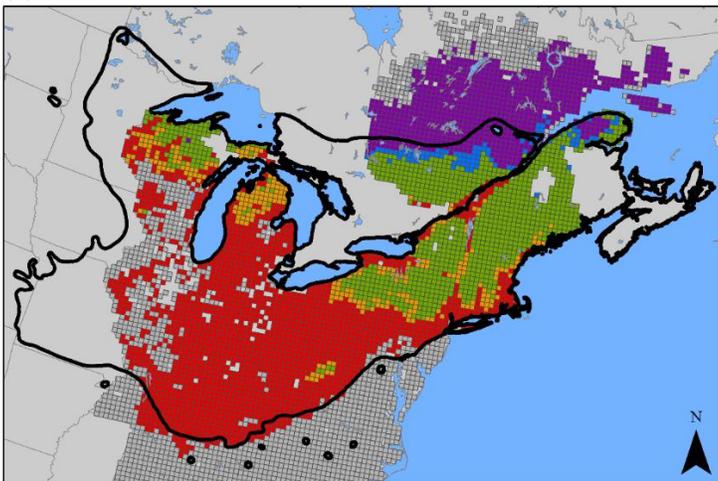
Le déplacement de l'aire de répartition des espèces est un effet des changements climatiques qui commence déjà à être observé pour plusieurs essences d'arbres⁵⁵. Dans le cas de l'érable à sucre, on s'attend à ce que l'*enveloppe climatique* favorable à sa croissance et sa régénération se déplace vers le nord avec le réchauffement global⁵⁶. En conséquence, on pourrait théoriquement retrouver des érables à sucre jusqu'à 50° de latitude vers les années 2080 (Figure 20). Il faut cependant savoir que la vitesse de dispersion des érables à sucre est nettement inférieure à celle du déplacement de son enveloppe climatique^{58,59}. Pour contourner cet enjeu, la migration assistée (c'est-à-dire le transport et la plantation de graines dans de nouvelles zones climatiques⁶⁰, là où les sols le permettent) pourrait agir comme moyen d'adaptation à long terme pour favoriser l'exploitation de nouvelles zones climatiques propices à l'acériculture. Si cette avenue était retenue, il faudrait d'abord augmenter les efforts d'entaillage dans le Nord afin de vérifier si le milieu acéricole pourrait profiter d'un climat futur qui pourrait être de plus en plus favorable à de bonnes saisons de coulée. Une approche alternative pourrait être de favoriser la migration de l'érable à sucre en altitude ou d'entailler les érables sur le versant nord des montagnes.

Seulement le quart des répondants américains et 39 % des répondants canadiens croient qu'entailler des érables à sucre dans le nord de son aire de répartition pourrait permettre au secteur acéricole de s'adapter aux changements climatiques (Figure 21). Ils sont dans des proportions très similaires à supporter l'idée de favoriser la progression de l'érable à sucre vers le Nord via plantation et transport de graines (Figure 22). Il semble donc que selon une majorité des producteurs, l'avenue d'un *plan nord acéricole* ne soit pas une priorité que l'industrie devrait adopter pour faire face aux changements climatiques. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que cette stratégie en est une à très long-terme, que l'âge moyen des répondants est de 48-51 ans et qu'un grand nombre de ceux-ci ne souhaitent probablement pas déménager leur entreprise. De plus, au Québec, le système de contingents est rattaché aux érablières pour lesquelles la production est réalisée, ce qui empêche le déplacement des érablières. Ainsi, un changement des règles serait nécessaire pour permettre aux éventuels *réfugiés climatiques du sirop d'érable* de déplacer leur production vers le Nord dans le futur.

(a) 2050



(b) 2080



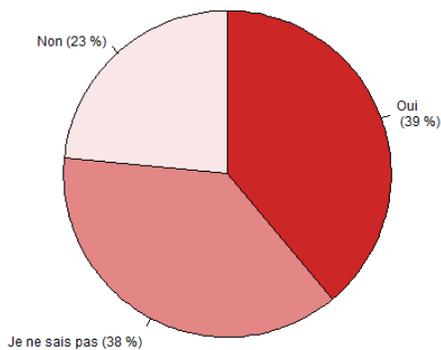
Forêts, Faune
et Parcs
Québec

◀ **Figure 20** | Bilan des effets anticipés des changements climatiques sur l'habitat potentiel de l'érable à sucre pour (a) 2050 et (b) 2080 par rapport à 1961-1990. Les cartes d'habitats ont été réalisées à partir des données en ligne du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec⁵⁷.

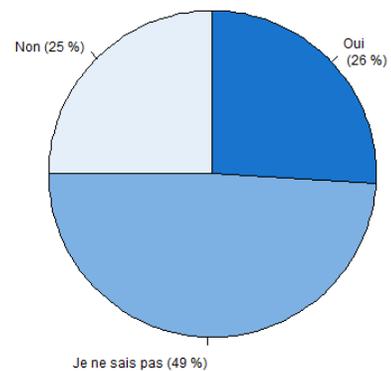
Légende:

- Habitat autant favorable
- Habitat moins favorable
- Habitat plus favorable
- Perte d'habitat
- Nouvel habitat
- Absence d'habitat
- Aire de répartition actuelle

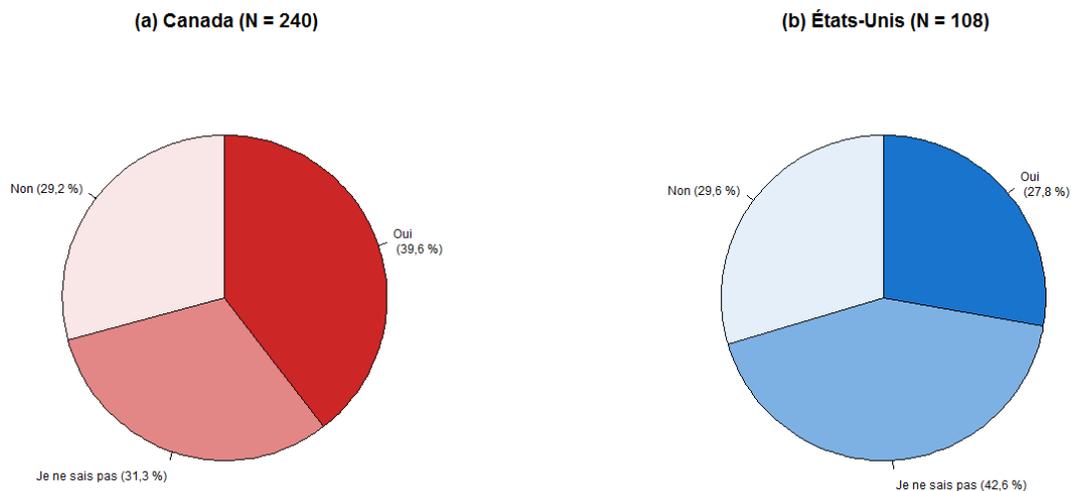
(a) Canada



(b) États-Unis



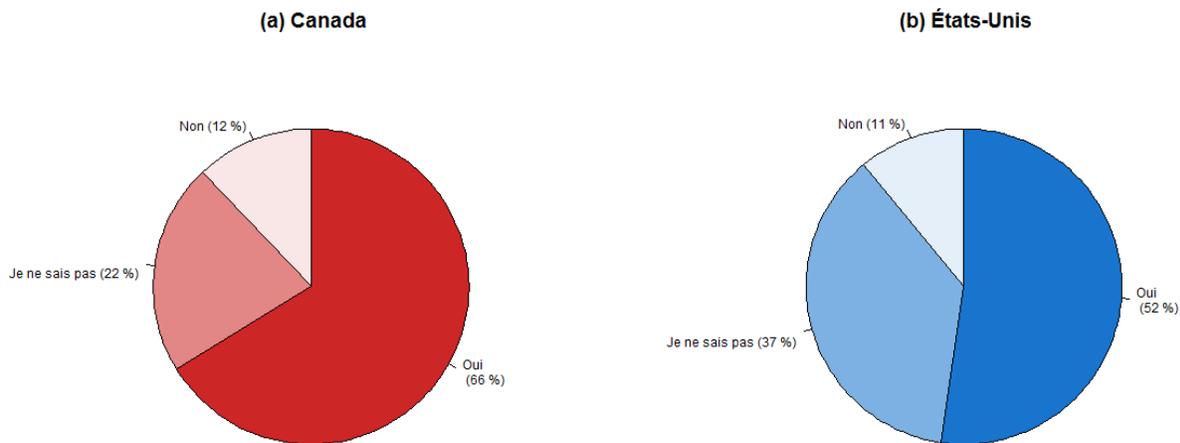
▲ **Figure 21** | Niveaux d'appui des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l'affirmation selon laquelle l'entailage dans le Nord de l'aire de répartition de l'érable à sucre pourrait permettre au secteur acéricole de s'adapter aux changements climatiques.



▲ **Figure 22** | Niveaux d’appui des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l’affirmation selon laquelle favoriser la progression de l’érable à sucre vers le Nord via plantation et transport de graines pourrait permettre au secteur acéricole de s’adapter aux changements climatiques.

6.3.3 Sélection d’érables mieux adaptés aux conditions climatiques futures

Les études récentes sur la génétique des arbres montrent que certaines souches génétiques permettent à certains individus d’une même espèce d’être mieux adaptés à certains climats qu’à d’autres⁶¹. Dans ce contexte, la recherche de souches génétiques d’érable à sucre qui procurent des attributs leur permettant de persister dans un climat plus chaud pourrait agir comme rempart face à l’extirpation probable de l’espèce dans le sud de son aire de répartition⁵⁶ (Figure 20). Le *Sugar Maple Tree Improvement Program*⁶², mené par l’Université Cornell, a entrepris vers la fin des années 1990 de sélectionner des souches génétiques d’érables à sucre sur la base de rendement en sirop d’érable. Cependant, comme la sève d’érables ne peut pas être récoltée sur des arbres ayant moins de 40 ans, ce type de projet en est forcément un de long terme. De plus, cette mesure est peut-être drastique compte tenu que les projections de la production dans le futur sont loin d’être alarmistes (voir p. 17). Néanmoins, les acériculteurs canadiens et américains semblent majoritairement favorables à ce type d’initiatives (Figure 23).



▲ **Figure 23** | Niveaux d’appui des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à l’affirmation selon laquelle la sélection d’érables mieux adaptés aux conditions climatiques futures pourrait permettre au secteur acéricole de s’adapter aux changements climatiques.

6.4 Contraintes à l'adaptation

Même si la perception des producteurs est généralement positive par rapport aux différents moyens d'adaptation cités précédemment, certaines contraintes peuvent limiter leur application sur le terrain. Près de la moitié des répondants n'ont pas à être convaincus que les changements climatiques auront un impact sur leur production. Pour le quart d'entre eux, c'est une autre histoire et il faudra éventuellement commencer par les convaincre (Tableau 6). Plus de 50 % des producteurs canadiens ont identifié comme barrières à l'adaptation le manque de moyens financiers et le manque de soutien technique (Tableau 6a). Du côté des producteurs américains, c'est surtout le manque de moyen financier qui a été identifié (Tableau 6b). Les producteurs canadiens et américains ont aussi fait état de leurs préoccupations quant à leur capacité d'avoir accès à des ressources technologiques, financières ou en main d'œuvre pour adapter leur entreprise (Tableau 7). Toutefois, les producteurs canadiens semblent un peu plus confiants que les producteurs américains pour l'accès à la main-d'œuvre et aux moyens financiers.

	(a) Canada			(b) États-Unis		
	Oui	Non	Ne sais pas	Oui	Non	Ne sais pas
Je ne crois pas que les changements climatiques vont avoir un impact sur ma production de sirop.	24	45	31	27	45	28
Manque d'information	55	36	10	31	61	8
Manque de moyens financiers	58	30	12	63	30	6
Manque de soutien technique	54	36	10	30	59	11

◀ **Tableau 6** | Réponses des acériculteurs canadiens (a) et américains (b) à la question suivante : *Parmi la liste suivante, quelles sont les contraintes qui vous limitent dans la mise en place de solutions d'adaptation aux changements climatiques ?*

	(a) Canada					(b) États-Unis				
	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Si des changements dans la main d'œuvre (nombre de travailleurs et/ou nombre d'heures travaillées) étaient nécessaires, mon entreprise serait rapidement capable de trouver l'aide nécessaire pour opérer.	7	25	36	30	3	9	31	41	16	4
Si des changements dans les technologies de production du sirop d'érable étaient nécessaires, mon entreprise aurait les moyens financiers de rapidement adopter de nouvelles technologies.	6	33	30	27	4	13	38	30	18	2
Si les changements climatiques induisaient des dommages sévères à mon érablière, mon entreprise pourrait rapidement changer sa façon de récolter et/ou d'obtenir la sève d'érable.	12	38	28	20	3	17	37	25	19	3

◀ **Tableau 7** | Capacité d'adaptation à des impacts potentiels des changements climatiques futurs des acériculteurs canadiens (a) et américains (b).



6. CONCLUSION GÉNÉRALE

L'industrie du sirop d'érable a connu de nombreux changements dans le passé et continuera de s'adapter face aux défis et opportunités reliés aux changements climatiques. L'acériculture est intimement liée au climat, et les résultats de ce sondage montrent que les producteurs de sirop d'érable en sont bien conscients.

Un grand nombre d'acériculteurs s'attendent à de plus faibles rendements à l'entaille, à un devancement de la saison de coulée et à une plus grande variabilité interannuelle de la date du début de la saison de coulée dans le futur. Cependant, les résultats de récents modèles prédictifs ne suggèrent pas de modifications significatives liées aux changements climatiques pour les rendements moyens et la variabilité de la date de début de coulée. Par contre, ces modèles projettent un devancement significatif de la saison de coulée pour le futur.

Concernant les mesures d'adaptations face aux changements climatiques, les producteurs devront entailler de plus en plus tôt pour éviter de rater le début de la saison de coulée, ce que la plupart des répondants affirment déjà faire. Parmi les autres mesures d'adaptation potentielles, les producteurs de sirop d'érable semblent préférer effectuer les travaux d'aménagement forestier pour maintenir leurs érablières saines et résilientes face aux aléas climatiques futurs et investir dans de nouvelles technologies pour stimuler la productivité de leurs érables. Ils semblent aussi davantage intéressés à exploiter de nouvelles souches génétiques d'érables à sucre résistants et productifs, si celles-ci deviennent disponibles dans les prochaines années, plutôt que de déplacer l'industrie du sirop d'érable vers le Nord.

Par rapport au moment d'agir, cependant, nous avons décelé des différences d'opinions marquées entre les producteurs canadiens et américains. Ces derniers sont majoritaires à penser qu'il faut attendre d'observer les effets des changements climatiques, alors que les producteurs canadiens sont beaucoup plus partagés sur cette question. Cette différence est intrigante, puisque les acériculteurs américains sont, et seront probablement, les plus touchés par les impacts des changements climatiques.



7. RÉFÉRENCES

1. Whitney, G. G. & Upmeyer, M. M. 2004. Sweet trees, sour circumstances: The long search for sustainability in the North American maple products industry. *Forest ecol. Manag.* 200, 313-333.
2. Jones, A. R. C. & Alli, I. 1986. Sap yields, sugar content, and soluble carbohydrates of saps and syrups of some Canadian birch and maple species. *Can. J. For. Res.* 17, 263-266.
3. Fédération des producteurs acéricoles du Québec. 2016. Statistiques acéricoles 2016. 28p.
4. Duchesne, L. & Houle, D. 2014. Interannual and spatial variability of maple syrup yield as related to climatic factors. *PeerJ* 2, e428.
5. Marvin, J. W. 1958. Physiology of maple sapflow. University of Vermont.
6. Houle, D., Paquette, A., Côté, B., Logan, T., Power, H., Charron, I. & Duchesne, L. 2015. Impacts of climate change on the timing of the production season of maple syrup in Eastern Canada. *PloS one* 10, e0144844.
7. Ouranos. 2015. Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Édition 2015. Montréal, Québec: Ouranos. 415p.
8. Vincent, L. A., Wang, X. L., Milewska, E. J., Wan, H., Yang, F. & Swail, V. 2012. A second generation of homogenized Canadian monthly surface air temperature for climate trend analysis. *J. Geophys. Res.: Atmos.* 117, 1-13.
9. Little E. L. Jr. 1971. Atlas of United States trees, volume 1, conifers and important hardwoods. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication 1146, 200 maps.
10. Government of Canada. 2016. Agriculture and Agri-Food Canada, Horticulture and Cross Sectoral Division, Market Analysis and Information Section. Statistical Overview of the Canadian Maple Industry 2015. 11p.
11. United States Department of Agriculture. 2015. National Agricultural Statistics Service, 2012 Census of Agriculture, Speciality Crops. Volume 2, Subject Series, Part 8. 18p.
12. Lachapelle, É., Guertin-Armstrong, S., Beaumier, L., Martin, P., & Nadeau, R. 2016. L'opinion des Canadiens et des Américains au sujet des changements climatiques: un écart important? *Notes et Analyses sur les États-Unis* 32, 6p.
13. Houle, D., Côté, B., Power, H., Logan, T., Duchesne, L. & Charron, I. 2015. Analyse des impacts des changements climatiques sur la production de sirop d'érable au Québec et solutions d'adaptation. Montréal, Québec : Ouranos. 37p.
14. Mohamed, H. K., Pathak, S., Roy, D. N., Hutchinson, T. C., McLaughlin, D. L., & Kinch, J. C. 1997. Relationship between sugar maple decline and corresponding chemical changes in the stem tissue. *Water Air Soil Pollut.* 96, 321-327.
15. Burton, A. J., Pregitzer, K. S. & Macdonald, N. W. 1993. Foliar nutrients in sugar maple forests along a regional pollution-climate gradient. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57, 1619-1628.
16. Robitaille, G., Boutin, R. & Lachance, D. 1995. Effects of soil freezing stress on sap flow and sugar content of mature sugar maples (*Acer saccharum*). *Can. J. For. Res.* 25, 577-587.
17. Tierney, G. L., Fahey, T. J., Groffman, P. M., Hardy, J. P., Fitzhugh, R. D., & Driscoll, C. T. 2001. Soil freezing alters fine root dynamics in a northern hardwood forest. *Biogeochemistry* 56, 175-190.
18. Auclair, A. N., Heilman, W. E. & Brinkman, B. 2010. Predicting forest dieback in Maine, USA: a simple model based on soil frost and drought. *Can. J. For. Res.* 40, 687-702.
19. Volney, W. J. A., & Fleming, R. A. 2000. Climate change and impacts of boreal forest insects. *Agric. Ecosyst. Environ.* 82, 283-294.

20. Régnière, J., St-Amant, R., & Duval, P. 2012. Predicting insect distributions under climate change from physiological responses: spruce budworm as an example. *Biol. Invasions* 14, 1571-1586.
21. Gross, H. L. 1991. Dieback and growth loss of sugar maple associated with defoliation by the forest tent caterpillar. *For. Chron.* 67, 33-42.
22. Houle, D., Bouffard, A., Duchesne, L., Logan, T., & Harvey, R. 2012. Projections of future soil temperature and water content for three southern Quebec forested sites. *J. Climate* 25, 7690-7701.
23. Bergeron, Y., Cyr, D., Girardin, M. P. & Carcaillet, C. 2010. Will climate change drive 21st century burn rates in Canadian boreal forest outside of its natural variability: collating global climate model experiments with sedimentary charcoal data. *Int. J. Wildland Fire* 19, 1127-1139.
24. Girardin, M., Ali, A. & Carcaillet, C. 2013. Fire in managed forests of eastern Canada: Risks and options. *Forest Ecol. Manag.* 294, 238-249.
25. Majcen, Z., Bédard, S. & Godbout, C. 2003. La forêt feuillue du Québec et la recherche en sylviculture. Note de recherche forestière n° 126. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, Direction de la recherche forestière, Sainte-Foy, Québec. 6p.
26. Kulkarni, S. & Huang, H. P. 2014. Changes in surface wind speed over North America from CMIP5 model projections and implications for wind energy. *Adv. Meteorol.* 10p.
27. Zarnovican, R. 2002. Impact du verglas de 1998 dans une érablière à bouleau jaune en Estrie: Situation après trois ans. *For. Chron.* 78, 415-421.
28. Duchesne, L., Houle, D., Côté, M. A. & Logan, T. 2009. Modelling the effect of climate on maple syrup production in Québec, Canada. *Forest Ecol. Manag.* 258, 2683-2689.
29. Guilbert, J., Beckage, B., Winter, J. M., Horton, R. M., Perkins, T. and Bomblies, A. 2014. Impacts of projected climate change over the Lake Champlain Basin in Vermont. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 53, 1861-1875.
30. Grenier, Y., Gaucher, C., Guay, S., Lavoie, J. & Boudreault, G. 2007. Étude de l'effet de la date d'entaillage sur le potentiel de coulée et le volume de la zone de compartimentation. Centre ACER. 33p.
31. Wilmot, T. R. 2008. The timing of tapping for maple sap collection. *Maple Syrup Digest* 20A (2): 20-27.
32. Allard, G. B. 1999. L'entaillage des érables. Centre ACER. 10p.
33. Bauer, P., Thorpe, A. & Brunet, G. 2015. The quiet revolution of numerical weather prediction. *Nature* 525, 47-55.
34. Long, R. P., Horsley, S. B. & Lilja, P. R. 1997. Impact of forest liming on growth and crown vigor of sugar maple and associated hardwoods. *Can. J. For. Res.* 27, 1560-1573.
35. Moore, J. D., Camiré, C. & Ouimet, R. 2000. Effects of liming on the nutrition, vigor, and growth of sugar maple at the Lake Clair Watershed, Quebec, Canada. *Can. J. For. Res.* 30, 725-732.
36. Anneco, C. 2011. Chaulage... diagnostic de l'état de santé de l'érablière d'abord! Info-Sirop (Fédération des producteurs acéricoles du Québec), Hiver 2011, p. 6-7.
37. Duchesne, L., Ouimet, R. & Houle, D. 2002. Basal area growth of sugar maple in relation to acid deposition, stand health, and soil nutrients. *J. Environ. Qual.* 31, 1676-1683.
38. Bernier, B. & Brazeau, M. 1998. Foliar nutrient status in relation to sugar maple dieback and decline in the Quebec Appalachians. *Can. J. For. Res.* 18 754-761.
39. Abrams, M. D. 1998. The red maple paradox. *BioScience* 48, 355-364.
40. Fei, S. & Steiner, K. C. 2007. Evidence for increasing red maple abundance in the eastern United States. *Forest Sci.* 53, 473-477.
41. Fei, S. & Steiner, K. C. 2009. Rapid capture of growing space by red maple. *Can. J. For. Res.* 39, 1444-1452.
42. Grenier, Y., Lavoie, J. & Boudreault, G. 2008. Vers la formulation de nouvelles normes d'entaillage pour conserver la production acéricole à long terme. Centre ACER. 27p.
43. Allard, G. B., Desruisseaux, R. et Lavoie, J. 1988. Amélioration des techniques d'assainissement des réseaux de tubulure servant à la collecte de l'eau d'érable. Centre ACER. 13p.
44. Centre ACER. 2014. Méthode d'assainissement à l'alcool isopropylique en acériculture. Guide à l'intention des producteurs de sirop d'érable. 27p.
45. Lagacé, L., Deschênes, M., Houde, J., Corriveau, S. and Beaudoin, M. 2016. Évaluation de l'efficacité de l'assainisseur LACTOL sur la contamination microbienne du système de collecte de la sève d'érable. Centre ACER. 11p.
46. Perkins, T. D. & van den Berg, A. K. 2012. Relationships between tubing system age and sap yield. *Maple Syrup Digest* 24A (1): 11-16.
47. Perkins, T. D. & van den Berg, A. K. 2012. Tubing cleaning – Methods used in the U.S. *Maple Syrup Digest* 24A (3): 11-18.

48. Lagacé, L. 2010. Effet de matériaux de récolte neufs et d'un chalumeau anti-retour sur la contamination de l'entaille et le rendement en coulée de la sève d'érable. Centre ACER. 10p.
49. Perkins, T. D. 2010. Anti-microbial silver in maple sap collection. *Maple Syrup Digest* 22A (1): 11-20.
50. Perkins, T. D. 2014. How often should you replace droplines. *The Maple News* 13(2): 4-5.
51. Pelletier, M. 2017. État de la recherche sur le sirop de bourgeon. *Revue Coopérateur*, avril 2017, section Affaires agricoles, p. 48-49.
52. Aider, M., De Halleux, D. & Belkacemi, K. 2007. Production of granulated sugar from maple syrup with high content of inverted sugar. *J. Food Eng.* 80, 791-797.
53. St-Pierre, P., Pilon, G., Dumais, V., Dion, C., Dubois, M. J., Dubé, P., Desjardins, Y. & Marette, A. 2014. Comparative analysis of maple syrup to other natural sweeteners and evaluation of their metabolic responses in healthy rats. *J. Funct. Foods* 11, 460-471.
54. Zhang, Y., Yuan, T., Li, L., Nahar, P., Slitt, A. & Seeram, N. P. 2014. Chemical compositional, biological, and safety studies of a novel maple syrup derived extract for nutraceutical applications. *J. Agric. Food Chem.* 62, 6687-6698.
55. Chen, I. C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B. & Thomas, C. D. 2011. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science* 333, 1024-1026.
56. Périé, C., de Blois, S., Lambert, M.C. & Casajus, N. 2014. Effets anticipés des changements climatiques sur l'habitat des espèces arborescentes au Québec. Mémoire de recherche forestière no 173. Québec : Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. 46p.
57. Périé, C., de Blois, S. & Lambert, M. C. 2009 en cours. Atlas interactif : Changements climatiques et habitats des arbres [base de données]. Gouvernement du Québec, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière, Québec (Canada).
58. Hampe, A. 2011. Plants on the move: the role of seed dispersal and initial population establishment for climate-driven range expansions. *Acta Oecol.* 37, 666-673.
59. Sittaro, F., Paquette, A., Messier, C. & Nock, C. A. 2017. Tree range expansion in eastern North America fails to keep pace with climate warming at northern range limits. *Global Change Biol.* 23, 3292-3301.
60. Williams, M. I. & Dumroese, R. K. 2013. Preparing for climate change: forestry and assisted migration. *J. For.* 111, 287-297.
61. Wheeler, N. C., Steiner, K. C., Schlarbaum, S. E. & Neale, D. B. 2015. The evolution of forest genetics and tree improvement research in the United States. *J. For.* 113, 500-510.
62. Krasny, M. E., Staats, L. J., Smallidge, P. J. & Winship, C. E. 2001. The sugar maple story: Collaborative research with extension agents and growers. *J. For.* 99, 26-32.