



## AJUSTEMENT DU PRIX DE COMPENSATION ET MISE À JOUR SCIENTIFIQUE

À compter du 1<sup>er</sup> mai 2026, le prix pour la compensation d'une tonne de CO<sub>2</sub> éq. sera de **55 \$/tonne**. En parallèle, le nombre d'arbres requis pour compenser une tonne de CO<sub>2</sub> éq. passera de **7 à 10**, soit une augmentation de 43 % du nombre d'arbres par tonne compensée. Carbone boréal applique ainsi à son programme de compensation la meilleure science disponible et le principe de précaution. Cet ajustement repose sur la prise en considération de l'albédo, un facteur clé du bilan climatique en milieu boréal, à l'étude sur le terrain par notre équipe depuis 2019.

## INTÉGRATION DE L'ALBÉDO : UNE APPROCHE SCIENTIFIQUEMENT FONDÉE ET ALIGNÉE SUR LE GIEC<sup>1</sup>

Dans les régions boréales, les surfaces enneigées réfléchissent naturellement une part du rayonnement solaire. La plantation d'arbres, dont la canopée est plus sombre que la neige, réduit cette réflectivité, ce qui entraîne une augmentation de l'absorption d'énergie solaire et génère un forçage radiatif positif, c'est-à-dire un effet réchauffant.

Les approches traditionnelles de compensation carbone se sont d'abord concentrées sur le carbone stocké dans la biomasse forestière. Or, un nombre croissant d'études montrent que cela tend à surestimer le bénéfice climatique net des plantations, en particulier dans les régions nordiques où l'effet albédo est plus marqué.

Les paramètres mis à jour par Carbone boréal s'appuient ainsi sur les avancées récentes de la littérature scientifique, qui soulignent l'importance d'intégrer les effets biophysiques, et notamment l'albédo, dans l'évaluation du bilan climatique des projets d'afforestation et de reboisement (1–12).

À ce titre, l'étude de Hasler et al. (2024) propose un cadre permettant d'estimer les changements d'albédo en équivalents CO<sub>2</sub>, facilitant leur comparaison avec le stockage de carbone. Carbone boréal utilise ces estimés comme référence scientifique afin de mieux évaluer les bénéfices climatiques des plantations en milieu nordique.

Cette démarche s'inscrit pleinement dans la continuité des recommandations du GIEC, notamment celles du 6<sup>e</sup> rapport du groupe 3 (AR6 pour l'ATCATF<sup>2</sup>; 7), qui souligne que les solutions climatiques fondées sur l'utilisation des terres doivent être évaluées en tenant

---

<sup>1</sup> Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

<sup>2</sup> Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie



compte à la fois des effets biogéochimiques et biophysiques. Le GIEC reconnaît explicitement que les changements d'occupation du sol influencent le climat non seulement par les flux de carbone, mais aussi par des mécanismes physiques tels que l'albédo, la durée du couvert neigeux et les échanges d'énergie avec l'atmosphère.

Dans ce contexte, l'intégration de l'albédo par Carbone boréal constitue d'abord **une première** dans le monde de la compensation carbone en milieu boréal, et constitue une approche **prudente, responsable et alignée avec les meilleures pratiques scientifiques internationales**.

## **INCERTITUDES SCIENTIFIQUES : UNE TRANSPARENCE ASSUMÉE**

Parmi les progrès récents, la littérature scientifique souligne que des incertitudes importantes subsistent dans l'évaluation du bilan climatique net des projets d'afforestation.

Parmi les principales limites identifiées, on trouve (1–12) :

- la variabilité spatiale locale de l'albédo (topographie, orientation des pentes, types de peuplements) ;
- la dynamique temporelle de l'albédo, encore imparfaitement décrite ;
- l'évolution future du couvert neigeux sous l'effet des changements climatiques ;
- d'autres processus biophysiques (évapotranspiration, formation de nuages, émissions de méthane, de composés organiques volatils etc.) qui demeurent difficiles à quantifier de manière robuste à l'échelle globale.

À cela s'ajoute le fait que les estimations actuelles reposent principalement sur les conditions climatiques présentes et ne tiennent pas compte des changements futurs.

Face à ces zones grises, Carbone boréal privilégie une approche conservatrice, fondée sur l'état actuel des connaissances et appelée à évoluer au rythme des avancées scientifiques.

## **ASSURER DES COMPENSATIONS RÉELLES ET AJUSTÉES DANS LE TEMPS**

Afin d'assurer que les quantités de CO<sub>2</sub> compensées correspondent à une séquestration réelle et durable, Carbone boréal applique une approche prudente fondée sur des réserves de sécurité (tampons) et un suivi scientifique rigoureux à long terme. Une proportion des arbres plantés est conservée en réserve afin de compenser toute perte ou tout rendement inférieur aux attentes, qu'il soit lié à la mortalité, aux perturbations naturelles (feux, insectes, maladies) ou à des effets biophysiques comme l'albédo, susceptibles de réduire

le bénéfice climatique net des plantations en milieu boréal. Ces dernières font l'objet de suivis réguliers, et les estimations de séquestration sont ajustées à partir des mesures de terrain et des résultats de la recherche scientifique. Les compensations attribuées reflètent ainsi les quantités effectivement séquestrées après ajustement, garantissant que les engagements de compensation annoncés reposent sur des résultats observés, vérifiés et scientifiquement fondés.

## UNE POSITION DE CHEF DE FILE EN SCIENCE CLIMATIQUE APPLIQUÉE

Carbone boréal se distingue par la production de connaissances scientifiques originales, directement appliquées au calcul des compensations carbone en milieu boréal. L'organisation mène des travaux de recherche appliquée portant notamment sur l'albédo, à l'échelle réelle des plantations, afin de mieux quantifier le bilan climatique net des projets forestiers.

Ces recherches reposent sur une méthodologie innovante utilisant des drones instrumentés de pyranomètres, permettant de mesurer simultanément le rayonnement solaire incident et réfléchi. Cette approche offre une résolution spatiale très fine, largement supérieure à celle des produits satellitaires couramment utilisés (MODIS, Landsat, Sentinel-2), et permet de mieux capter la variabilité réelle de l'albédo liée à la neige, aux essences plantées et à l'hétérogénéité des paysages boréaux.

Ces résultats permettent notamment de raffiner les estimations satellitaires pour les contextes de plantation de Carbone boréal. Cet effort en cours mène à une réduction de l'incertitude sur l'évaluation du bilan radiatif et, par conséquent, du bénéfice climatique net des plantations. En reliant des mesures de terrain à haute résolution à la dynamique du carbone et au calcul du forçage radiatif, **Carbone boréal ajuste ses paramètres de compensation de façon prudente, conservatrice et scientifiquement fondée.**

En parallèle, des travaux sont également en cours afin de mieux comprendre et quantifier la dynamique du carbone dans les sols, un compartiment clé du bilan carbone forestier encore associé à des incertitudes importantes (13). Ces recherches visent à améliorer l'évaluation à long terme de la séquestration réelle et à renforcer encore la robustesse scientifique des calculs de compensation.

## UN ENGAGEMENT FINANCIER CLAIR

Bien que cette mise à jour entraîne une augmentation du coût par tonne compensée, de passer de 7 à 10 arbres nécessaire pour compenser 1 tonne de CO<sub>2</sub> éq. entraîne une perte moyenne d'environ 0,50 \$ par arbre attribué pour les fonds de recherche de Carbone boréal.

Cet effort reflète notre engagement clair à :

- maintenir l'accessibilité de la compensation carbone ;
- soutenir la recherche scientifique ;
- garantir une intégrité climatique maximale, même lorsque cela complexifie le message ou réduit les marges économiques.

## UNE DÉMARCHE ENRACINÉE DANS LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

La démarche de Carbone boréal repose sur un principe fondateur : la compensation carbone commence par un don à la recherche universitaire. À la base, chaque contribution soutient directement la production de connaissances scientifiques, favorise l'avancement de la recherche appliquée et améliore la compréhension des processus climatiques en milieu boréal. Les résultats de la recherche sont concrètement appliqués aux méthodes de calcul, de suivi et d'ajustement des compensations, afin de garantir que celles-ci reposent sur une séquestration réelle, mesurée et scientifiquement vérifiée.

Carbone boréal démontre ainsi qu'il est possible de concilier rigueur scientifique, amélioration continue des connaissances et compensation carbone crédible. Appliquer la meilleure science disponible, même lorsqu'elle est complexe ou exigeante, demeure le fondement essentiel de la confiance et de l'intégrité en matière de compensation climatique et de la mission de Carbone boréal.

## RÉFÉRENCES

1. Betts, A.K., Ball, J.H., 1997. Albedo over the boreal forest. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 102 (D24), 28901-28909. doi: <https://doi.org/10.1029/96JD03876>. Lien : <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/96JD03876>
2. Betts, R.A., 2000. Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature* 408 (6809), 187-190. doi: 10.1038/35041545. Lien : <https://doi.org/10.1038/35041545>
3. Bernier, P.Y., Desjardins, R.L., Karimi-Zindashty, Y., Worth, D., Beaudoin, A., Luo, Y., Wang, S., 2011. Boreal lichen woodlands: A possible negative feedback to climate change in Eastern North America. *Agricultural and Forest Meteorology* 151 (4), 521-528. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.12.013>. Lien : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192311000050>
4. Drever, C.R., Cook-Patton, S.C., Akhter, F., Badiou, P.H., Chmura, G.L., Davidson, S.J., Desjardins, R.L., Dyk, A., Fargione, J.E., Fellows, M., Filewod, B., Hessing-Lewis, M., Jayasundara, S., Keeton, W.S., Kroeger, T., Tyler, J.L., Le, E., Leavitt, S.M., LeClerc, M.-E., Lemprière, T.C., Metsaranta, J., McConkey, B., Neilson, E., Peterson St-Laurent, G., Puric-Mladenovic, D., Rodrigue, S., Soolanayakanahally, R.Y., Spawn, S.A., Strack, M., Smyth, C., Thevathasan, N., Voicu, M., Williams, C.A., Woodbury, P.B., Worth, D.E., Xu, Z., Yeo, S., Kurz, W.A., 2021. Natural climate solutions for Canada. *Science Advances* 7 (23),



eabd6034. doi:

doi:10.1126/sciadv.abd6034.

Lien : <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/sciadv.abd6034>

5. Kallioikoski, T., Bäck, J., Boy, M., Kulmala, M., Kuusinen, N., Mäkelä, A., Minkkinen, K., Minunno, F., Paasonen, P., Peltoniemi, M., Taipale, D., Valsta, L., Vanhatalo, A., Zhou, L., Zhou, P., Berninger, F., 2020. Mitigation impact of different harvest scenarios of Finnish forests that account for albedo, aerosols, and trade-offs of carbon sequestration and avoided emissions. *Frontiers in Forests and Global Change* 3 (112). doi: 10.3389/ffgc.2020.562044. Lien: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/ffgc.2020.562044>
6. IPCC, 2019. Climate change and land. An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, Intergovernmental Panel on Climate Change. Lien : <https://www.ipcc.ch/srccl/>
7. Nabuurs, G-J., R. Mrabet, A. Abu Hatab, M. Bustamante, H. Clark, P. Havlík, J. House, C. Mbow, K.N. Ninan, A. Popp, S. Roe, B. Sohngen, S. Towprayoon, 2022: Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU). Dans: IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: [10.1017/9781009157926.009](https://doi.org/10.1017/9781009157926.009)
8. Hasler, N., Williams, C.A., Denney, V.C., Ellis, P.W., Shrestha, S., Terasaki Hart, D.E., Wolff, N.H., Yeo, S., Crowther, T.W., Werden, L.K., Cook-Patton, S.C., 2024. Accounting for albedo change to identify climate-positive tree cover restoration. *Nature Communications* 15 (1), 2275. doi: 10.1038/s41467-024-46577-1. Lien : <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46577-1>
9. Kirschbaum, M.U.F., Cowie, A.L., Peñuelas, J., Smith, P., Conant, R.T., Sage, R.F., Brandão, M., Cotrufo, M.F., Luo, Y., Way, D.A., Robinson, S.A., 2024. Is tree planting an effective strategy for climate change mitigation? *Science of The Total Environment* 909, 168479. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168479>. Lien: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723071073>
10. Anderegg, W.R.L., Blanchard, L., Anderson, C., Badgley, G., Cullenward, D., Gao, P., Goulden, M.L., Haya, B., Holm, J.A., Hurteau, M.D., Lague, M., Liu, M., Novick, K.A., Randerson, J., Trugman, A.T., Wang, J.A., Williams, C.A., Wu, C., Yang, L., 2025. Towards more effective nature-based climate solutions in global forests. *Nature* 643 (8074), 1214-1222. doi: 10.1038/s41586-025-09116-6. Lien : <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09116-6>
11. Dsouza, K.B., Ofosu, E., Boudreault, R., Moreno-Cruz, J., Leonenko, Y., 2025. Substantial carbon removal capacity of taiga reforestation and afforestation at Canada's boreal edge. *Communications Earth & Environment* 6 (1), 893. doi: 10.1038/s43247-025-02822-z. Lien : <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02822-z>
12. Riley, L.M., Cook-Patton, S.C., Albert, L.P., Still, C.J., Williams, C.A., Bukoski, J.J., 2025. Accounting for albedo in carbon market protocols. *Nature Communications* 16 (1), 8810. doi: 10.1038/s41467-025-64317-x. Lien: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-64317-x>
13. Marty, C., Ouimet, R., Fradette, O., Paré, M., Faubert, P., Villeneuve, C., 2024. Assessing soil carbon dynamics following mechanical site preparation in boreal lichen woodlands of Québec, Canada. *Forest Ecology and Management* 553, 121600. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121600>. Lien: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112723008344>