

RÉDÉCOUPAGE DES SOUS-BASSINS VERSANTS UTILISÉS POUR LE CALCUL DE L'AIRE ÉQUIVALENTE DE COUPE (AEC)

*Document rédigé par Étienne Guillemette (ing.f.), David Langlais (ing.f.) et Steve Bujold
pour le Comité milieu humide et hydrique*

Ce document présente une proposition de remplacement des sous-bassins versants utilisés en Gaspésie pour calculer l'aire équivalente de coupe (AEC). La méthode utilisée jusqu'à maintenant comprend 480 sous-bassins utilisés qui couvrent l'ensemble des unités d'aménagement de la Gaspésie. Ces sous-bassins versants présentent quelques lacunes, certaines d'entre elles ayant été soulevées lors du Colloque saumon et foresterie de 2017 (Briand et al., 2018).

- Les sous-bassins versants utilisés en Gaspésie ne correspondent pas exactement aux limites hydrographiques des bassins versants naturels. En effet, les sous-bassins versants sont découpés sur les anciennes limites d'unités d'aménagement ainsi que sur les limites des territoires fauniques. Un redécoupage de ces unités de référence a d'ailleurs été suggéré lors du Colloque saumon et foresterie de 2017.
- La superficie moyenne des sous-bassins versants oscille entre 0,3 km² et 70 km². La moitié ont moins de 30 km², ce qui est petit en regard de la littérature. Le recours à de petits sous-bassins versants permet d'assurer une répartition de la récolte sur le territoire, évitant ainsi une trop grande concentration de la récolte à un même point. Cela dit, l'aménagement par les compartiments d'organisation spatiale (COS) introduit en 2016 permet aussi de répondre à cette préoccupation.
- Les sous-bassins versants utilisés sont statiques et ont été implantés indépendamment des éléments sensibles de l'habitat aquatique. Lors du Colloque saumon et foresterie de 2017, il avait été souligné que « l'AEC serait vraisemblablement mieux utilisée en appliquant son calcul à des endroits plus vulnérables aux changements morphologiques découlant d'une variation du débit, notamment là où se trouvent des éléments sensibles de l'habitat aquatique (p. ex. : frayères, sites d'alimentation, aires d'alevinage, etc.). Cette approche localisée pourrait aussi s'appliquer à des endroits constituant des sources potentielles de sédiments (p. ex. : à la base de cônes alluviaux ou à l'intérieur d'un tronçon dynamique d'une rivière) risquant d'affecter négativement cet habitat ».

L'objectif de cette proposition de redécoupage des sous-bassins versants est de recadrer et d'optimiser l'utilisation des AEC et de répondre aux constats émis lors du Colloque saumon et foresterie de 2017 et des préoccupations émises par la Table de gestion intégrée des ressources et du territoire (TGIRT) au fil des années.

Définition du concept d'aire équivalente de coupe (AEC)

L'AEC est un outil d'aide à la décision permettant d'estimer l'impact des superficies récoltées sur les débits de pointes responsables des changements morphologiques des cours d'eau et leur apport en sédiments (Langevin & Plamondon, 2004). En date d'aujourd'hui, l'AEC est toujours considérée comme la meilleure méthode pour estimer l'effet des perturbations sur l'hydrologie des bassins versants forestier (Jautzy et al., 2021; Ning et al., 2017; Wei et al., 2016; Wei & Zhang, 2011).

Les suppositions qui sont à la base de l'AEC sont que la récolte de plus de 50 % de la superficie d'un bassin versant augmente les débits de pleins bords de 50 % dans 1 bassin sur 4 (Guillemette et al., 2005; Langevin & Plamondon, 2004).

L'AEC permet d'estimer l'impact des coupes forestières en fonction de taux régressifs des effets de la coupe forestière (TREC) (Plamondon, 2004). Ceux-ci se basent sur la fonte de la neige pour estimer les effets de la coupe sur le débit de pointe et leur diminution dans le temps (Plamondon, 2004). Les cours d'eau de la Gaspésie présentent un régime hydrologique nival. Ils reçoivent entre 20 % et 40 % des précipitations annuelles sous forme de neige près des côtes et peuvent atteindre une accumulation allant jusqu'à 550 cm de neige au centre du massif gaspésien (MELCC, 2024). Les cours d'eau sous un régime hydrologique nival. Les TREC ont été calculés et ajustés en fonction des différents types de récolte réalisés en forêt (Plamondon, 2004). Cette méthode est reconnue comme une référence et est toujours utilisée dans les travaux les plus actuels (Giles-Hansen et al., 2019; Jautzy et al., 2021; Li et al., 2017; Ning et al., 2017; Wei et al., 2016; Zhang et al., 2017).

Les liens entre les caractéristiques géomorphologiques et hydrologiques des bassins versants de petite taille sont peu étudiés (Costigan et al., 2016) et sont peu documentés dans le contexte canadien (Buttle et al., 2012). Certains auteurs rapportent l'utilisation d'un seuil de 100 km² (Giles-Hansen et al., 2019; Tremblay et al., 2007) alors que d'autres utilisent plutôt un seuil de 1 000 km² (Li et al., 2017; Zhang et al., 2017). L'analyse de l'AEC n'est que peu (ou pas) significative sur les bassins versants de petite dimension (Adams & Spotila, 2005; Langlais, 2022; Tremblay et al., 2008), où les changements morphologiques et l'injection de sédiments fins pourraient plutôt être attribuables à l'emplacement des infrastructures liées à la récolte par rapport au réseau hydrographique, comme les sentiers de débardages ou les intersections avec le réseau routier (Bérubé et al., 2010; Best et al., 1995; Jutras et al., 2022; Langlais, 2022).

Comparaison du système d'organisation spatiale par COS/unité territoriale d'analyse (UTA) tel que définie dans Valeur, Objectif, Indicateur et Cible (VOIC) organisation spatiale des peuplements versus le système de sous-bassin versant utilisé en Gaspésie tel que définie dans le VOIC qualité du milieu aquatique

Tel que mentionné précédemment, lors de leur implantation, les sous-bassins versants utilisés pour le calcul d'AEC avaient entre autres pour objectif d'assurer une répartition de la récolte sur le territoire. Ils ont donc été implantés de manière à quadriller le territoire en entité relativement homogène de faible superficie et ne respectant pas toujours les limites hydrographiques des bassins versants naturelles.

Les COS et les UTA introduits en 2016 encadrent désormais la répartition spatiale de la récolte. Comparativement au calcul d'AEC, les COS et les UTA n'appliquent pas le concept de régression selon l'âge de la perturbation, les rendant plus limitants pour l'aménagement.

Le tableau suivant permet de comparer les critères de conformités entre les COS/UTA et les sous-bassins versants.

| Compartiment | COS et UTA | Sous-bassin versant |
|------------------------------|---|---|
| Superficie | COS = 2 000 ha UTA = 50 000 ha (25 COS) à 100 000 ha (50 COS) | 3 300 ha |
| Critère de conformité | <ul style="list-style-type: none"> • COS répartis en 4 catégories selon la proportion couverte par de la forêt de plus de 7 m : <ul style="list-style-type: none"> ▪ T0 : 0 % à 29 % ▪ T1 : 30 % à 49 % ▪ T2 : 50 % à 69 % ▪ T3 : 70 % à 100 % • La planification de COS T0 est interdite, la proportion minimale de forêt de plus de 7 m est donc de 30 %. Maximum de 30 % en COS T1 et T0 dans chaque UTA (donc 70 % avec plus de 50 % forêt 7 m). Superficie en COS T3 supérieur à la superficie en COS T1 et T0 dans chaque UTA. Minimum de 60 % de forêt de 7 m et plus dans chaque UTA. • Minimum de 30 % de forêt de 12 m et plus dans chaque UTA. | <ul style="list-style-type: none"> • Maximum de 50 % d'AEC par sous-bassin versant. L'impact de la récolte forestière régresse selon l'âge de la perturbation. <p>100 % d'impact à l'année 1 (hauteur 0 m). 0 % d'impact à l'année 35 (hauteur estimée de 8,75 m).</p> |

PROPOSITION DE SOUS-BASSINS VERSANTS

TERRITOIRE D'APPLICATION

Le territoire d'application pour le calcul des AEC comprend l'ensemble du territoire couvert par les unités d'aménagement (UA), le territoire forestier sur terre publique exclu de la possibilité forestière (refuges biologiques, aires protégées, etc.) ainsi que les territoires forestiers résiduels (TFR).

Les territoires exclus du territoire d'application

Territoires non forestiers : Le calcul de l'AEC est valable uniquement pour les territoires forestiers. Le calcul de l'AEC se base sur la fonte de la neige et le type de perturbation du territoire forestier pour estimer leur impact sur les débits de pointe. D'autres usages (agricole, urbain, contrôle du débit, etc.) peuvent avoir un impact qui n'est pas pris en compte par l'indicateur. L'utilisation de l'AEC est peu applicable sur des territoires autres que forestiers ainsi que dans les cas où les perturbations anthropiques peuvent être différentes de la récolte.

Forêts privées : Le ministère ne possède pas d'information sur les perturbations anthropiques sur les terres privées et n'est pas en mesure de les obtenir, ce qui empêche son intégration au calcul d'AEC. De plus, les mêmes enjeux d'usages non forestiers peuvent survenir sur le territoire privé.

TYPES DE BASSINS VERSANTS

Deux types de bassins versants seront utilisés pour le calcul des AEC, soit les bassins versants de référence et les bassins versants d'intérêt.

Bassin versant de référence : ces bassins ont pour objectifs de faire un suivi global de l'AEC sur le territoire d'application.

Les bassins versants utilisés proviennent de la couche de bassins hydrographiques multiéchelles de niveaux 1 à 8 couvrant l'ensemble du territoire québécois. Cette couche thématique a été réalisée à l'aide des cartes de la BDTQ (Base de données topographique du Québec à l'échelle 1 : 20 000).

Les bassins versants retenus devaient répondre aux conditions suivantes :

1. Superficie minimale sur le territoire d'application de 50 km²

La littérature documente peu la taille minimale des bassins pouvant être analysée. Certains auteurs suggèrent un seuil de 100 km² pour qualifier un bassin de « petit ».

Un seuil de 50 km² est conservateur sur la finesse de l'analyse, mais une prudence doit être maintenue face à la justesse des résultats et aux décisions qui en découlent. Plus de 50 % du bassin réel doit être situé sur le territoire d'application.

2. Plus de 50 % du bassin réel doit être situé sur le territoire d'application

Le calcul des AEC sera effectué uniquement sur le territoire d'application. Afin d'éviter de travailler avec des bassins trop morcelés, le seuil de 50 % a été établi.

Trois bassins ne répondent pas à ce critère, soit le bassin de la rivière Ristigouche (Niveau 1), le bassin de la rivière Cap-Chat (Niveau 1) et le bassin versant du ruisseau des Mineurs (Niveau 3). Ces bassins sont couverts à moins de 30 % par le territoire d'application. Malgré leur retrait, ces bassins sont toutefois couverts par des bassins de niveau inférieur ou supérieur.

L'ensemble des bassins versants répondant aux conditions précédentes ont été retenus comme bassins versants de référence, ce qui porte le total à 101.

Bassins versants d'intérêt : ces bassins versants seront délimités en fonction de points d'intérêt (fosse à saumon, infrastructure vulnérable). Les bassins versants d'intérêt retenus seront révisés à chaque période quinquennale. Les points d'intérêt devront être documentés pour justifier un suivi par bassin versant. Afin d'éviter de travailler sur des bassins versant trop morcelés, plus de 50 % du bassin réel devra être situé sur le territoire d'application.

Références bibliographiques

Adams, R. K., & Spotila, J. A. (2005). The form and function of headwater streams based on field and modeling investigations in the southern Appalachian Mountains (12). 30(12), Article 12. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/esp.1211>.

Bérubé, P., Dubé, M., Robitaille, J., Grégoire, Y., & Deslise, S. (2010). L'effet à long terme des chemins forestiers sur la sédimentation. Note technique No. 11. <https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/connaissances/sedimentation.pdf>.

Best, D. W., Kelsey, H. M., Hagans, D. K., & Alpert, M. (1995). Role of fluvial hillslope erosion and road construction in the sediment budget of garet creek, humboldt county, california. In *Geomorphic Processes and Aquatic Habitat in the Redwood Creek Basin, Northwestern California* (US Geological Survey Professional, p. 1454). https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/tmdl/records/region_1/2003/ref1990.pdf.

Briand, Y., Cormier, R., Desrosiers, M., Gagnon-Poiré, R., Lafond, R., Piché-Larocque, M., Richard, A. & Roy, J. (2018). Colloque saumon et foresterie. Constats.

Costigan, K. H., Jaeger, K. L., Goss, C. W., Fritz, K. M., & Goebel, P. C. (2016). Understanding controls on flow permanence in intermittent rivers to aid ecological research : Integrating meteorology, geology and land cover. *Ecohydrology*, 9(7), 1141-1153. <https://doi.org/10.1002/eco.1712>.

Giles-Hansen, K., Li, Q., & Wei, X. (2019). The Cumulative Effects of Forest Disturbance and Climate Variability on Streamflow in the Deadman River Watershed. *Forests*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/f10020196>.

Guillemette, F., Plamondon, A. P., Prevost, M., & Levesque, D. (2005). Rainfall generated stormflow response to clearcutting a boreal forest : Peak flow comparison with 50 world-wide basin studies. *Journal of Hydrology*, 137-153. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.06.043>.

Jautzy, T., Maltais, M., & Buffin-Bélanger, T. (2021). Interannual evolution of hydrosedimentary connectivity induced by forest cover change in a snow-dominated mountainous catchment. *Land Degradation & Development*, 32(7), 2318-2335. <https://doi.org/10.1002/ldr.3902>.

Jutras, S., Paradis-Lacombe, P., Ferland, O., Gilbert, K., Grenier, A.-A., Goerig, E., & Bergeron, N.-É. (2022). Guide de saines pratiques pour les chemins forestiers à faible utilisation – Stratégies de gestion et de mise en application. (p. 80). Université Laval.

Langevin, R., & Plamondon, A. (2004). Méthode de calcul de l'aire équivalente de coupe d'un bassin versant en relation avec le débit de pointe des cours d'eau dans la forêt à dominance résineuse. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier et Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique.

Langlais, D. (2022). Effets de la récolte forestière sur le régime d'écoulement et la morphologie des cours d'eau de tête de bassin versant (Mémoire).

Li, Q., Wei, X., Zhang, M., Liu, W., Fan, H., Zhou, G., Giles-Hansen, K., Liu, S., & Wang, Y. (2017). Forest cover change and water yield in large forested watersheds : A global synthetic assessment. *Ecohydrology*, 10(4), e1838. <https://doi.org/10.1002/eco.1838>.

MELCC. (2024). Sommaire des normales climatiques 1981-2010 — Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Gouvernement du Québec. Consulté le 31 juillet 2024. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/normales/sommaire.asp?cle=7042388>.

Ning, D., Zhang, M., Ren, S., Hou, Y., Yu, L., & Meng, Z. (2017). Predicting hydrological response to forest changes by simple statistical models : The selection of the best indicator of forest changes with a hydrological perspective. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 52(1), 012059. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/52/1/012059>.

Plamondon, A. P. (2004). La récolte forestière et les débits de pointe, état des connaissances sur la prévision des augmentations des pointes, le concept de l'aire équivalente de coupe acceptable et les taux régressifs des effets de la coupe sur les débits de pointe. (Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier).

Tremblay, Y., Rousseau, A. N., Plamondon, A. P., Levesque, D., & Jutras, S. (2008). Rainfall peak flow response to clearcutting 50 % of three small watersheds in a boreal forest, Montmorency Forest, Quebec. *Journal of Hydrology*, 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.12.028>.

Wei, X., Li, Q., Zhang, M., Liu, W., & Fan, H. (2016). Forest cover changes and hydrology in large watersheds. *Forest hydrology : processes, management and assessment*, 180-191. <https://doi.org/10.1079/9781780646602.0180>.

Wei, X., & Zhang, M. (2011). Research Methods for Assessing the Impacts of Forest Disturbance on Hydrology at Large-scale Watersheds. In C. Li, R. Laforzezza, & J. Chen (Éds.), *Landscape Ecology in Forest Management and Conservation : Challenges and Solutions for Global Change* (p. 119-147). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12754-0_6.

Zhang, M., Liu, N., Harper, R., Li, Q., Liu, K., Wei, X., Ning, D., Hou, Y., & Liu, S. (2017). A global review on hydrological responses to forest change across multiple spatial scales : Importance of scale, climate, forest type and hydrological regime. *Journal of Hydrology*, 546, 44-59. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.12.040>.