

**VOLET 1 - EXPÉRIMENTATION
PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES
DU MILIEU FORESTIER**

¹ Historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia, Québec

Wagner, G., Bergeron, N., Francus, P. et Lapointe, M.

¹ Contribution au programme de recherche du CIRSA (Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique)

27 septembre 2004

**VOLET 1 - EXPÉRIMENTATION
PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES
DU MILIEU FORESTIER**

¹ Historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia, Québec

Wagner, G., Bergeron, N., Francus, P. et Lapointe, M.

¹ Contribution au programme de recherche du CIRSA (Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique)

27 septembre 2004

Auteurs et titre

Wagner, G., Bergeron, N., Francus, P. et Lapointe, M. (2004). Historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia, Québec, *Rapport du programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet 1 – expérimentation*, Ministère des Ressources Naturelles du Québec, 30 pages.

Résumé

Plusieurs travaux ont montré l'impact négatif des sédiments fins sur la survie des embryons de saumon atlantique (*Salmo salar*). Il est également connu que les activités forestières peuvent injecter de grandes quantités de tels sédiments dans les cours d'eau. Cependant, bien que le bassin versant de la rivière Cascapédia, importante rivière à saumon, ait connu et connaisse encore, une activité sylvicole importante, il n'existe pas d'études portant sur la relation possible entre ce type d'exploitation et la production de sédiments fins dans ce bassin. Cette relation est essentielle à établir afin de déterminer si les activités forestières ont pu jouer un rôle sur l'abondance du saumon dans cette rivière. Le projet avait pour objectifs principaux de (1) établir l'historique des activités forestières (surfaces coupées et chemins forestiers) dans le bassin versant du lac Huard situé sur la Branche du Lac de la rivière Cascapédia, (2) reconstituer l'évolution temporelle de la production de sédiments fins dans ce bassin versant par l'analyse de carottes de sédiments prélevées dans le fond du lac Huard et (3) mettre en relation les résultats des objectifs 1 et 2 afin de déterminer l'historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans ce bassin versant. Les résultats de l'analyse spatio-temporelle des coupes forestières à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) montrent que près de 45% de la superficie du bassin versant a été coupée dans les 40 dernières années et que la période la plus intensive des coupes fut entre 1987 et 1995. L'analyse préliminaire des carottes de sédiments semble indiquer une modification récente de la sédimentation fine dans le lac Huard et laisse présager un lien potentiel avec l'activité forestière intense de la fin des années 1980.

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Profondeur dans la colonne d'eau et localisation des carottes prélevées dans le lac Huard | 11 |
|---|----|

Table des matières

| | |
|--|----|
| Auteurs et titre..... | 1 |
| Résumé | 2 |
| Table des matières..... | 3 |
| Liste des tableaux..... | 4 |
| Liste des figures | 5 |
| 1. Problématique..... | 6 |
| 2. Objectif..... | 8 |
| 3. Site et Méthode..... | 8 |
| 3.1 Analyse de l'historique des activités forestières dans le bassin versant du lac Huard à l'aide d'un système d'information géographique (SIG)..... | 8 |
| 3.2 Description du lac Huard..... | 8 |
| 3.3 Échantillonnage des carottes | 10 |
| 3.4 Analyses de laboratoire | 11 |
| 4 Résultats..... | 13 |
| 4.1 Historique des activités forestières dans le bassin versant du lac Huard | 13 |
| 4.2 Propriétés physiques des carottes | 18 |
| 5 Discussion | 25 |
| 6 Remerciements | 27 |
| 7 Bibliographie..... | 28 |

1. Problématique

La rivière Cascapédia (Gaspésie, Québec) est une rivière à saumon de réputation internationale qui coule sur des roches sédimentaires à faciès détritique fin (roches sédimentaires grisâtres comprenant des grès, des calcaires argileux souvent laminés et des shales). Cette lithologie génère des sédiments contenant peu de sable mais une fraction élevée de matériel plus fin comme les limons et les silts ($D < 63\mu\text{m}$) (Bergeron *et al.*, 2003). Son bassin versant connaît actuellement une exploitation forestière intense. Il est connu que ce type d'activité augmente le taux de déposition de sédiments fins dans les cours d'eau (Kreutzweiser et Capell, 2001; Macdonald *et al.*, 2003), non seulement par les coupes en tant que tel mais aussi par le biais des chemins forestiers (Gunn et Sein, 2000; Lane et Sheridan, 2002). Toutefois, il n'existe pas encore d'étude visant à déterminer l'impact de ces pratiques sur la production de sédiments fins dans le bassin de la rivière Cascapédia.

Cette relation est des plus importantes à établir car une production excessive de sédiments fins peut avoir un impact sur la disponibilité et la qualité de l'habitat du saumon atlantique (*Salmo salar*) (Everest *et al.*, 1987). En effet, la présence de sédiments fins dans le substrat des frayères a un impact négatif sur le développement et la survie des embryons de saumons (Chapman, 1988). Lors de la reproduction, les saumons déposent leurs oeufs dans un nid creusé dans le substrat de la rivière pour ensuite les recouvrir de gravier. L'incubation se déroulera tout au long de l'hiver et au printemps jusqu'à l'éclosion et l'émergence qui se produit vers la fin du mois de juin. Pour connaître un développement efficace, les œufs doivent avoir accès à des quantités importantes d'oxygène apportées par la circulation de l'eau à travers le substrat. Bon nombre d'études ont démontré que l'accumulation de sédiments fins à l'intérieur du nid avait pour effet de diminuer la perméabilité du milieu (Moring, 1982; Rubin et Glimsäter, 1996) et donc de diminuer la quantité d'oxygène atteignant les embryons et de rendre plus difficile l'élimination des déchets métaboliques des œufs (Kondolf, 2000). S'ensuit une mortalité accrue des œufs. La survie des alevins est également compromise dans de telles conditions, les sédiments pouvant constituer un obstacle lors de l'émergence (MacKenzie et Moring, 1988).

Toutefois, il n'est pas simple d'isoler l'effet des événements d'activités forestières (coupes et chemins forestiers) sur la quantité de sédiments qu'ils génèrent car plusieurs autres facteurs,

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1. Localisation du lac Huard et des ruisseaux Rouge et Inlet sur la rivière Cascapédia | 9 |
| Figure 2. Carte bathymétrique du lac Huard et position des quatre points de forage | 10 |
| Figure 3. Carte des bassins versants des ruisseau Rouge et Inlet et du réseau hydrologique. | 13 |
| Figure 4. Coupes forestières annuelles et cumulatives entre 1983 et 2002 dans le bassin versant du ruisseau Rouge..... | 14 |
| Figure 5. Coupes forestières annuelles et cumulatives entre 1960 et 2002 dans le bassin versants du ruisseau Inlet. | 14 |
| Figure 6. Coupes forestières annuelles et cumulatives entre 1960 et 2002 dans les bassins versants combinés des ruisseaux Rouge et Inlet. | 15 |
| Figure 7. Parcelles coupées ente 1960 et 2002 sur le territoire du bassin versant du lac Huard. Les polygones teintés en pâle représentent celles exploitées entre 1987 et 1995 et en foncé celles coupées pendant toutes les autres années. | 16 |
| Figure 8. Réseau des chemins forestiers dans le bassin versant du lac Huard | 17 |
| Figure 9. Tomographie de la carotte 1 prélevée au centre du Lac Huard. | 19 |
| Figure 10. Tomographie de la carotte 2 prélevée au centre du Lac Huard..... | 20 |
| Figure 11. Tomographie de la carotte 3 prélevée vers l'embouchure du ruisseau Rouge..... | 21 |
| Figure 12. Tomographie de la carotte 4 prélevée vers l'embouchure du ruisseau Inlet..... | 22 |
| Figure 13. Densités des sédiments des 4 carottes obtenues par l'analyse aux rayons gamma. 0 cm représente la surface. Les cercles représentent les augmentations de densités dans les parties récentes des carottes..... | 24 |

comme les crues (Lowey, 2002) et les interventions extérieures (e.g.: destruction d'une embâcle sur un tributaire) font varier les quantités de sédiments présentes dans le système. L'analyse des données historiques du débit de la rivière et des sédiments en suspension dans ses eaux est un outil utilisé pour étudier la relation entre la quantité de fines dans le substrat et les pratiques sylvicoles, une méthode qui tend toutefois à être spécifique aux sites et à la période d'échantillonnage, la quantité de sédiments présents dans le système dépendant de la saison (Spencer et Schleser, 1998). Cependant, il n'existe aucun suivi des concentrations de sédiments en suspension pour la rivière Cascapédia. Dans un tel contexte, les données sédimentaires provenant d'environnements de déposition, les lacs par exemple, sont fréquemment utilisés pour la reconstruction de la réponse sédimentaire à long terme dans le bassin versant. À l'aide des sédiments lacustres collectés par le forage au fond d'un lac, il est possible d'établir l'impact des changements environnementaux récents et anciens ayant affecté l'ensemble du bassin versant de la rivière à l'étude (Binford *et al.*, 1983; Spencer et Schleser, 1998; Walling *et al.*, 2003).

On peut appliquer cette technique à la rivière Cascapédia car elle possède un lac fluvial : le Lac Huard. Ce dernier est situé sur la branche du Lac de la rivière. Il est alimenté par deux tributaires, les ruisseaux Inlet et Rouge. Les abords de ces ruisseaux ont subi de fréquents événements de coupes forestières depuis les 40 dernières années. Le lac représente un endroit où les sédiments charriés par ces deux tributaires s'accumulent, ce qui permet de reconstituer les tendances sédimentaires dans le bassin versant.

Une étude récente menée par Bergeron *et al.* (2003) financée par le «Programme de mise en valeurs des ressources du milieu forestier, Volet 1 – expérimentation» a montré que le lit de la Cascapédia contient une quantité importante de silts (moins de 63 μ m) par rapport à d'autres rivières à saumon. La reconstitution de l'historique sédimentaire montrera si cette quantité appréciable de silts est attribuable à l'exploitation forestière. Si des augmentations de la quantité des sédiments fins sont confinées aux couches supérieures de la carotte, donc aux événements de déposition les plus récents, il est justifié de soupçonner les activités forestières comme responsables de ces changements.

2. Objectif

Les objectifs principaux du projet sont (1) d'établir l'historique des activités forestières (surfaces coupées et chemins forestiers) dans le bassin versant du lac Huard situé sur la Branche du Lac de la rivière Cascapédia, (2) de reconstituer l'évolution temporelle de la production de sédiments fins dans ce bassin versant par l'analyse de carottes de sédiments prélevées dans le fond du lac Huard et (3) de mettre en relation les résultats des objectifs 1 et 2 afin de déterminer l'historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans ce bassin versant. consistait en l'étude de la relation historique entre les coupes forestières et la sédimentation dans le Lac Huard.

3. Site et Méthode

3.1 Analyse de l'historique des activités forestières dans le bassin versant du lac Huard à l'aide d'un système d'information géographique (SIG)

Les données écoforestières utilisées proviennent de la base de données topographiques du Québec (BDTQ) à l'échelle 1 /20 000 du Ministère des Ressources Naturelles du Québec. La précision de ces données est de ± 4 m (Gouvernement du Québec, 2001). Les bassins versants des ruisseaux Rouge et Inlet ont été délimités à l'aide du module Arc Hydro (ESRI) à partir du modèle d'élévation de terrain (MET) de l'ensemble du bassin versant de la rivière Cascapédia. Par la suite, l'analyse dans le temps et l'espace des coupes forestières sur ces aires a été effectuée à l'aide du logiciel ArcGIS 8.0 (ESRI).

3.2 Description du lac Huard

Le lac Huard (48°37'30''N, 66°24'15''O) est situé sur la Branche du Lac de la rivière Cascapédia (Gaspésie). C'est un lac de petite taille de 1,5km de long sur 600m de large et d'une profondeur maximale d'environ 15,5 m. Il est alimenté par 2 tributaires : les ruisseaux Rouge et Inlet (Figure 1).

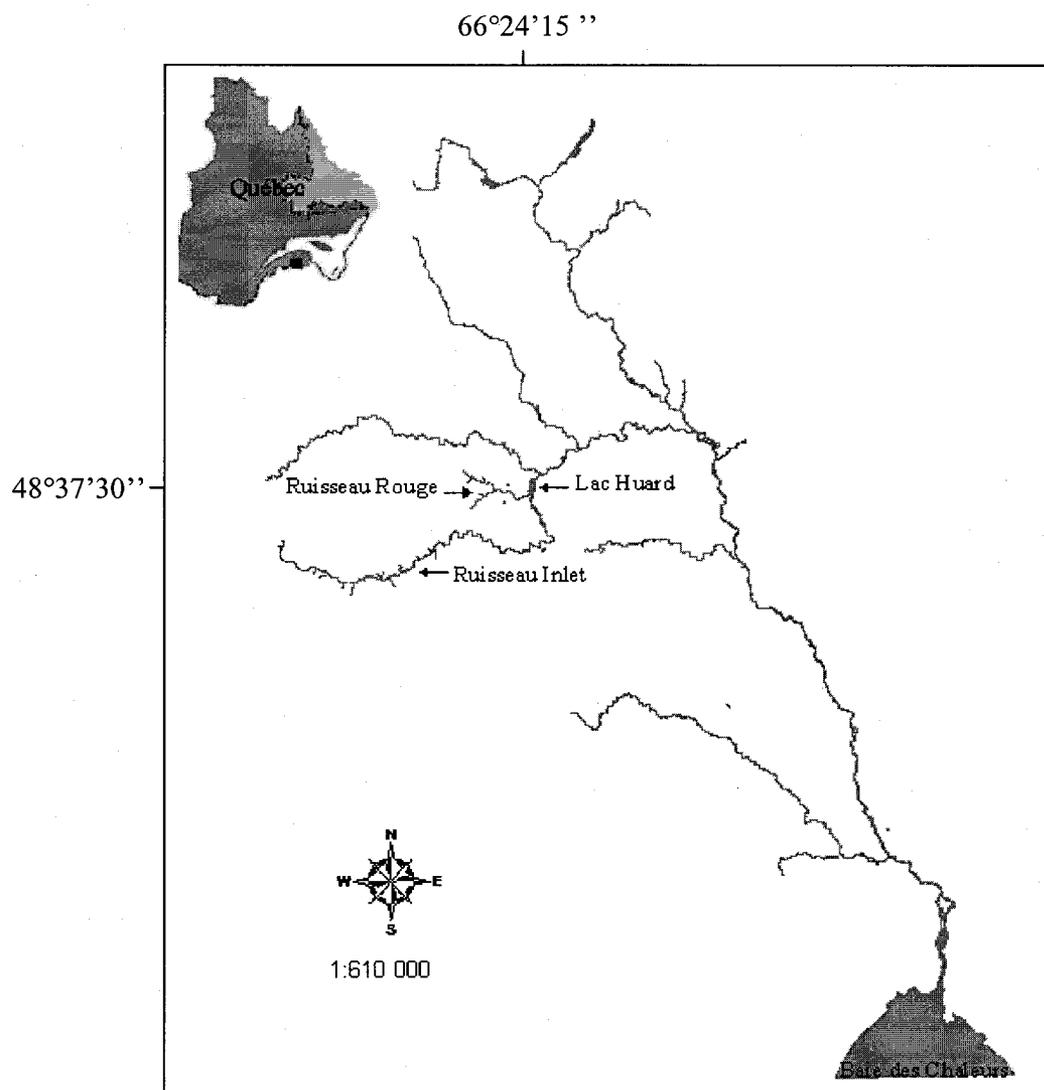


Figure 1. Localisation du lac Huard et des ruisseaux Rouge et Inlet sur la rivière Cascapédia

Le ruisseau Rouge totalise 30,59 km de cours d'eau et l'Inlet 282,69 km. La bathymétrie du lac Huard (Figure 2) montre que les parois du lac présentent une pente faible, inclinée vers la zone de profondeur maximale située vers le centre du lac. La pente la plus prononcée est celle qui va des tributaires vers la zone de profondeur maximale, tandis que la remontée, lorsque l'on s'approche de l'exutoire (la Branche du Lac), se fait beaucoup plus graduellement.

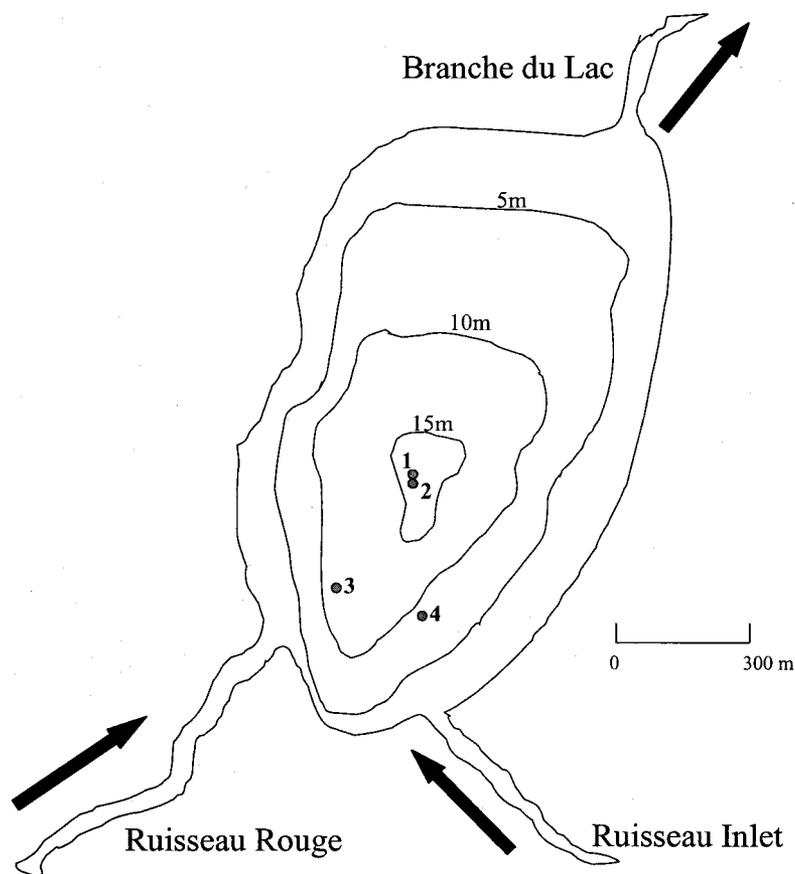


Figure 2. Carte bathymétrique du lac Huard et position des quatre points de forage

3.3 Échantillonnage des carottes

L'échantillonnage des carottes de sédiments lacustres s'est déroulé le 23 octobre 2003. Les carottes ont été prélevées à l'aide d'un carottier de modèle KB. Ce type de carottier fonctionne par gravité et il permet d'échantillonner le substrat en minimisant les perturbations dues à l'échantillonnage. En effet, l'eau circule librement à travers son mécanisme lors de sa descente dans la colonne d'eau, donc, lors de l'arrivée du carottier près du fond, la perturbation par l'eau est minimale et les sédiments des couches supérieures sont moins susceptibles d'être déplacés (Crusius et Anderson, 1991). Le lac a tout d'abord été balayé avec un échosondeur afin de localiser l'endroit le plus profond du plan d'eau. Ce dernier se situait au centre du lac autour de 15 m de profondeur. L'échantillonnage d'un tel emplacement est préconisé car il représente un point d'accumulation des sédiments (Blais et Kalff, 1995; Davis et Ford, 1982) qui y sont moins susceptibles d'être perturbés par des

mouvements de masses de l'eau, des glissements de terrain ainsi que par une faune benthique (Spencer et Schleser, 1998). Les chances sont donc plus grandes d'observer des structures marquant les événements de déposition et de faciliter par la même occasion les analyses de ces derniers. Deux carottes, 1 et 2, ont été prélevées à cet endroit (Figure 2).

Parce que la vitesse de l'écoulement des tributaires diminue de façon importante en arrivant dans un lac, la capacité à transporter les sédiments s'amenuise et les embouchures deviennent donc des milieux avec des grand taux de déposition (Carmack *et al.*, 1979). Toutefois, c'est un milieu beaucoup plus dynamique que la zone de profondeurs maximales et les chances d'observer des structures claires sont moindres qu'au centre (Håkanson et Jansson, 2002). Deux carottes supplémentaires ont été prises vers l'embouchure des ruisseaux Rouge et Inlet pour un grand total de quatre carottes (Figure 2). Une carotte était jugée satisfaisante selon trois critères soit une longueur suffisante (>20 cm), une interface eau/sédiments non perturbée et l'absence de sédiments en suspension dans la colonne d'eau contenue dans la carotte. La localisation et la longueur des quatre échantillons sont présentées au Tableau 1. À noter que les longueurs indiquées sont celles mesurées en laboratoire 1 mois plus tard. L'eau s'était donc échappée des sédiments entraînant une compaction de ces derniers.

Tableau 1. Profondeur dans la colonne d'eau et localisation des carottes prélevées dans le lac Huard

| Numéro carotte | Profondeur dans la colonne d'eau (m) | Localisation | Longueur des carottes (cm) |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1 | 15,21 | Point le plus profond | 22,2 |
| 2 | 15,21 | Juste à côté de #1 | 17,9 |
| 3 | 13,78 | Vers l'embouchure du Rouge | 17,3 |
| 4 | 9,51 | Vers l'embouchure de l'Inlet (pente) | 19,3 |

3.4 Analyses de laboratoire

Les carottes ont été entreposées au frais et à la noirceur entre leur prélèvement et les différentes manipulations en laboratoire. Ces analyses visent à déterminer les propriétés physiques des sédiments (densité, granulométrie, susceptibilité magnétique) et vérifier s'ils ont enregistré les variations temporelles du taux de sédimentation.

Les carottes ont d'abord été analysées aux rayons X à l'aide d'un tomographe (CAT-Scan) et ensuite aux rayons gamma avec le banc MSCL (Multi Sensor Core Logger) de Geotek®.

4 Résultats

4.1 Historique des activités forestières dans le bassin versant du lac Huard

Les bassins versants des ruisseaux Rouge et Inlet sont représentés à la Figure 3. Ces territoires totalisent respectivement 23 et 218 km² pour un total de 241 km² et forment le bassin versant du lac Huard.

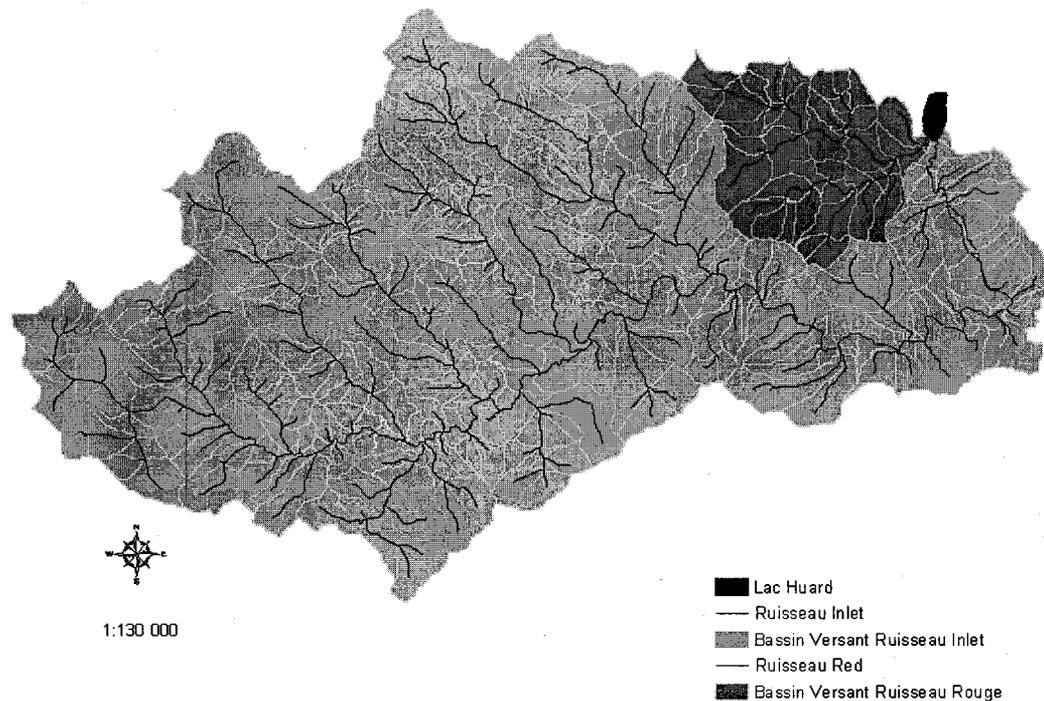


Figure 3. Carte des bassins versants des ruisseau Rouge et Inlet et du réseau hydrologique.

Il y a de l'exploitation forestière sur le territoire du bassin versant du ruisseau Inlet depuis 1960 et depuis 1983 sur celui du ruisseau Rouge. Les Figures 4 et 5 présentent les variations temporelles des superficies coupées sur les bassins versant des ruisseaux Rouge et Inlet. En 2002, les superficies exploitées sur ces territoires atteignaient 97 et 12 km², ce qui représente 50 et 45% de l'aire de leurs bassins versants respectifs. Toutefois, on remarque que cet effort de coupe n'a pas été constant. Entre 1987 et 1995, les récoltes ont été plus intensives, et ce pour les bassins versant du Rouge et de l'Inlet. Au cours de ces 8 années, le pourcentage

exploité est passé de 11 à 38% pour les ruisseaux Rouge et Inlet. En somme, c'est 66% de l'aire totale coupée dans les deux bassins versants qui l'a été lors de cette période (Figure 7).

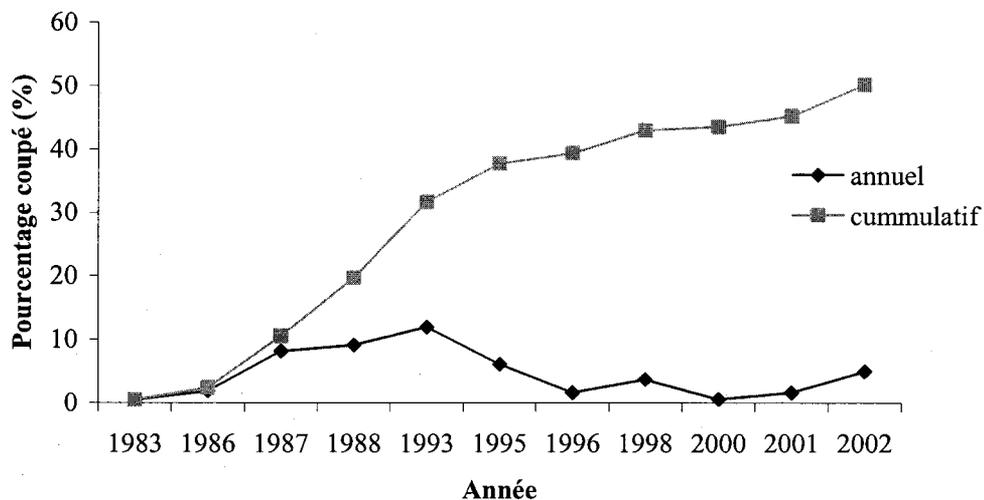


Figure 4. Coupes forestières annuelles et cumulatives entre 1983 et 2002 dans le bassin versant du ruisseau Rouge.

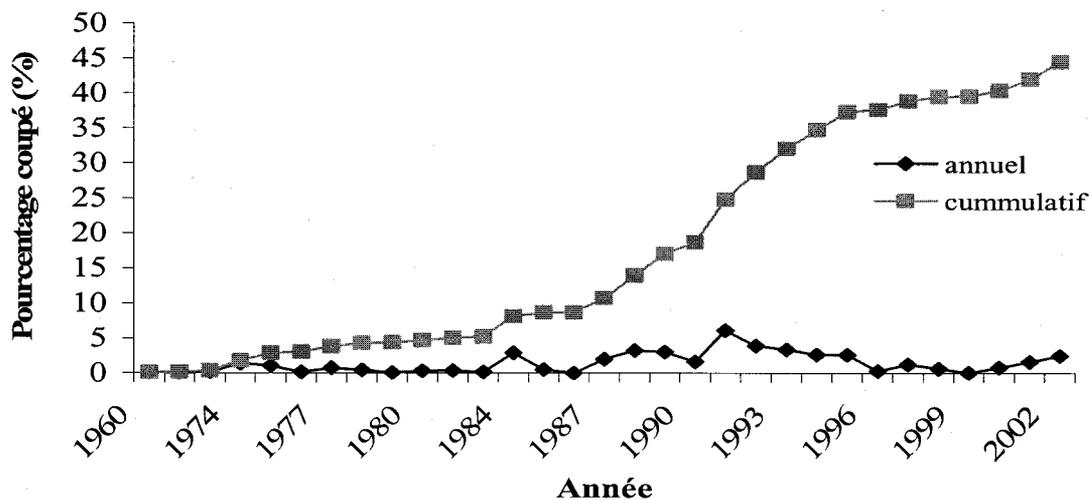


Figure 5. Coupes forestières annuelles et cumulatives entre 1960 et 2002 dans le bassin versants du ruisseau Inlet.

Au total, 109 km², soit 45% de l'aire des deux bassins versants combinés, a été coupée depuis 40 ans (Figure 6). De cette superficie totale, 11% a été coupée sur le territoire du ruisseau rouge et 89% sur le territoire du ruisseau Inlet.

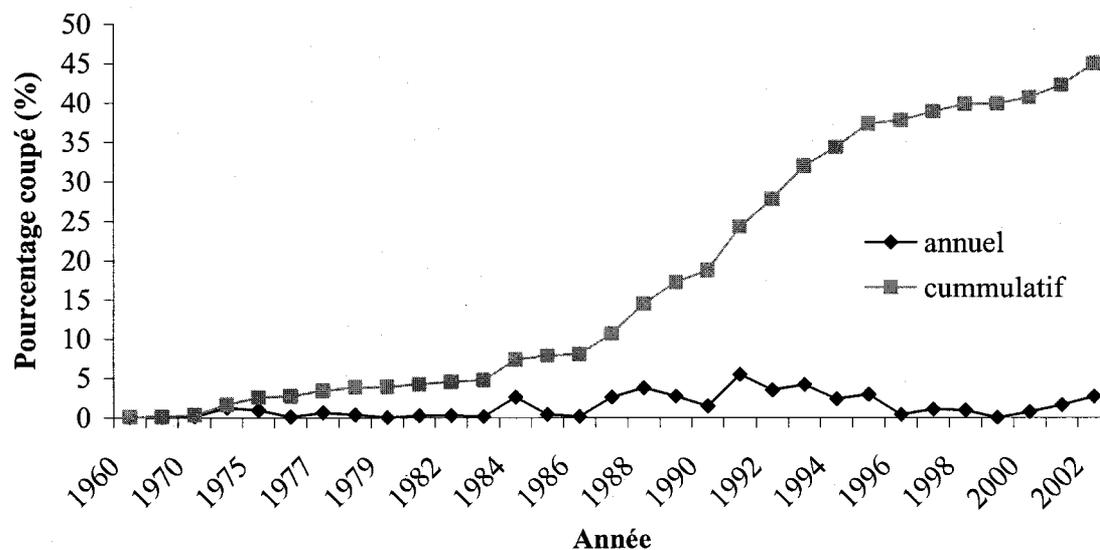


Figure 6. Coupes forestières annuelles et cumulatives entre 1960 et 2002 dans les bassins versants combinés des ruisseaux Rouge et Inlet.

Pour ce qui est des chemins forestiers, un réseau de 15 km de chemins parcourt le bassin versant du ruisseau Rouge. Ces routes sont à 93% carrossables non pavées et à 7% non carrossables et non pavées. Pour ce qui est du ruisseau Inlet, 202 km de chemins parcourent le bassin versant. Ils sont à 100% carrossables non pavés. Au total, c'est 217 km de chemins qui parcourent le bassin versant du lac Huard (Figure 8). Il est cependant impossible de retracer l'historique de construction de ces derniers à partir de la base de données disponible.

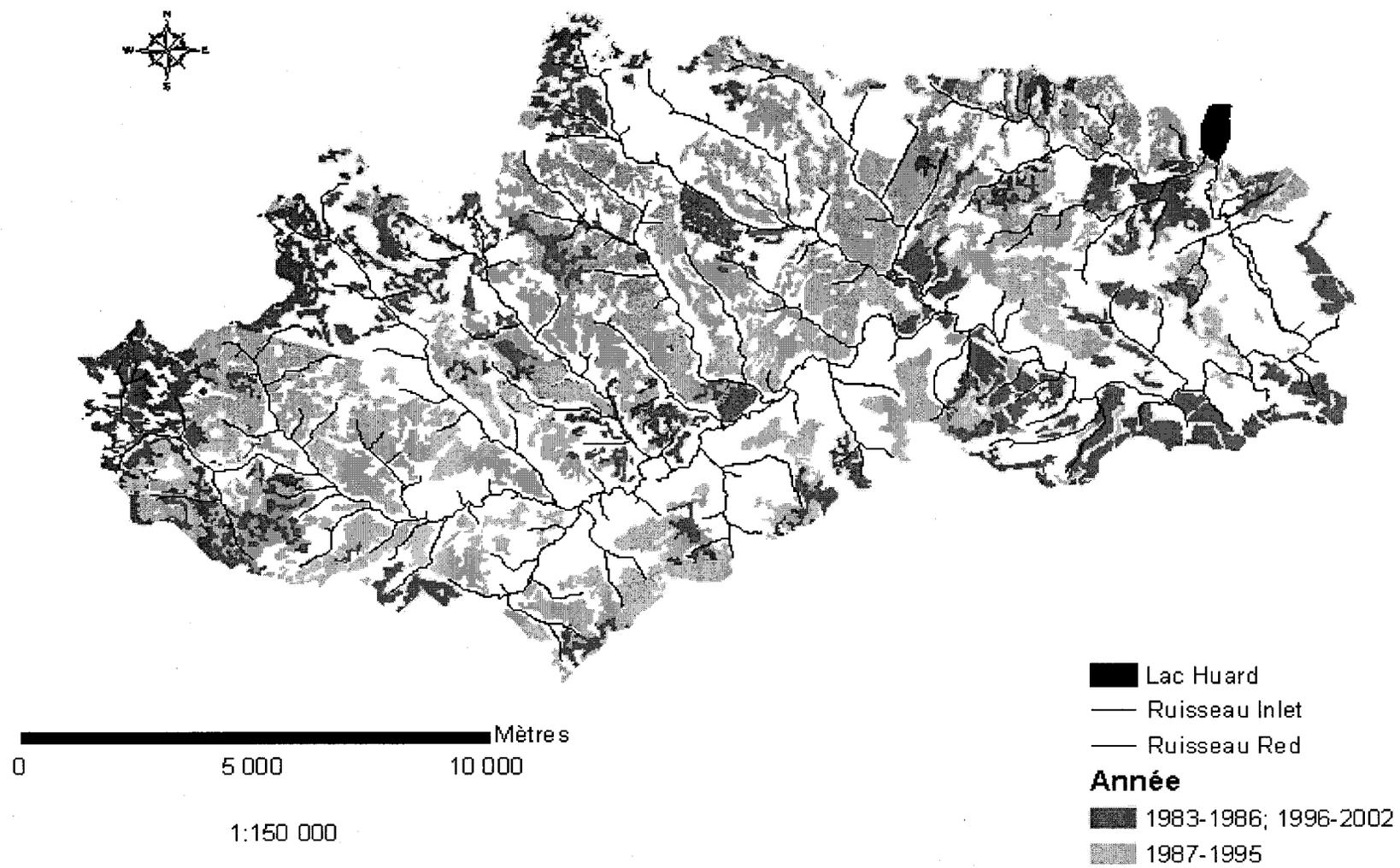


Figure 7. Parcelles coupées ente 1960 et 2002 sur le territoire du bassin versant du lac Huard. Les polygones teintés en pâle représentent celles exploitées entre 1987 et 1995 et en foncé celles coupées pendant toutes les autres années.

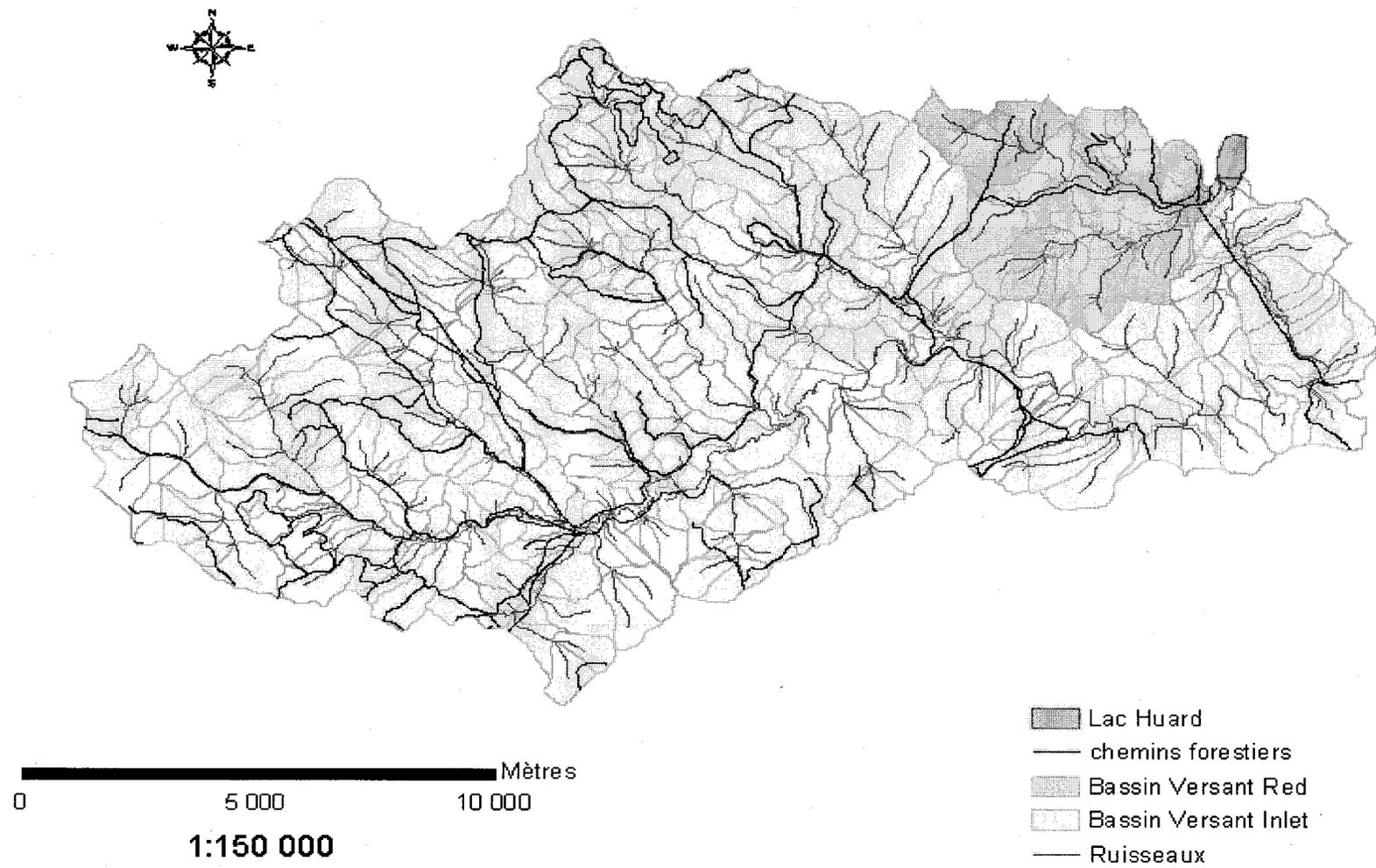


Figure 8. Réseau des chemins forestiers dans le bassin versant du lac Huard

4.2 Propriétés physiques des carottes

Les Figures 9, 10, 11 et 12 présentent les tomographies obtenues par l'analyse aux rayons X des quatre carottes prélevées dans le lac Huard. Les différentes teintes de gris indiquent des densités différentes, les teintes plus pâles étant associées à des densités plus élevées (Crémer *et al.*, 2002). Des lignes horizontales plus foncées sont aussi des signes d'évènements de déposition (Francus, communication personnelle). Un changement dans les densités de sédiments en surface, les plus récents, est visible dans les carottes 1, 2 et 3. Ils sont identifiés sur les figures par des accolades pour les Figures 9 et 10 et par un trait pour la Figure 11.

Les changements observés les plus nets sont ceux des carottes 1 et 2, prélevées au point le plus profond du lac. Il est possible d'identifier un endroit sur la carotte où les sédiments prennent une teinte différente. Pour ce qui est des carottes 3 et 4, les signaux sont plus flous, ce qui rend les échantillons peu utiles à la présente étude. En effet, le changement de couleur accuse une pente dans la carotte 3 tandis qu'il est diffus à travers la carotte 4. Ce genre de résultat était prévisible pour ces deux derniers échantillons puisqu'ils ont été prélevés dans des zones plus sujettes aux perturbations de par leur plus faible profondeur, leur pente plus prononcée et leur proximité aux tributaires.

L'analyse aux rayons gamma sur le banc MSCL a permis de mesurer la densité des sédiments et leur susceptibilité magnétique. Cette dernière composante permet de déterminer la capacité des sédiments à se magnétiser et d'identifier la nature des sédiments présents. Par exemple, des sédiments provenant de l'érosion terrestre possèdent habituellement une plus grande susceptibilité magnétique (Dearing, 1999). Mais surtout, la présence de pics anormaux ou de patrons dans la distribution de la susceptibilité dans les carottes, permet de relier des évènements de sédimentation entre différentes carottes prises dans un même lac. Cependant, aucune séquence commune de signal n'a été détectée. Il a donc été impossible à cette étape d'établir de liens entre les carottes pour comparer les structures à l'aide de ces mesures.

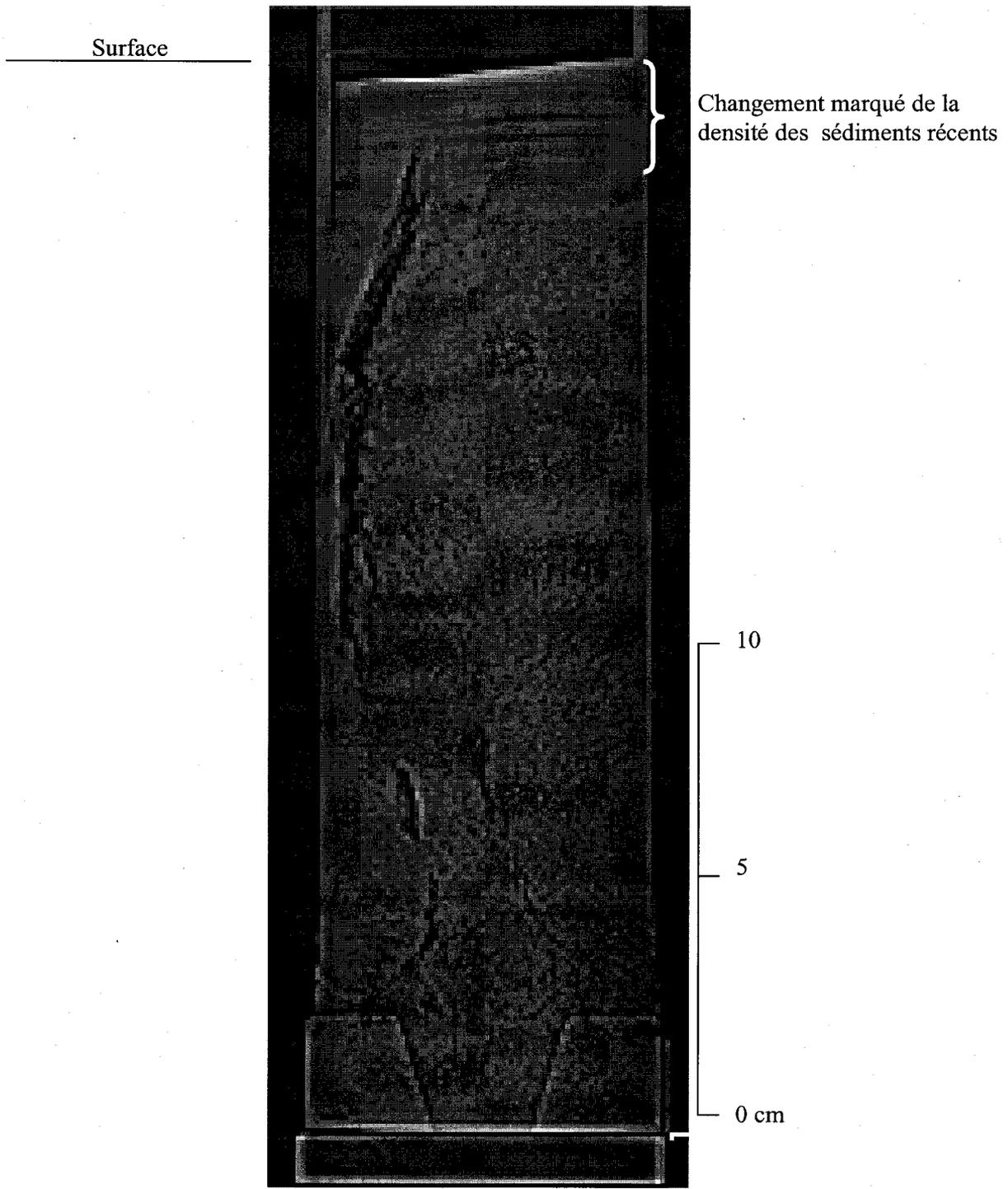


Figure 9. Tomographie de la carotte 1 prélevée au centre du Lac Huard.

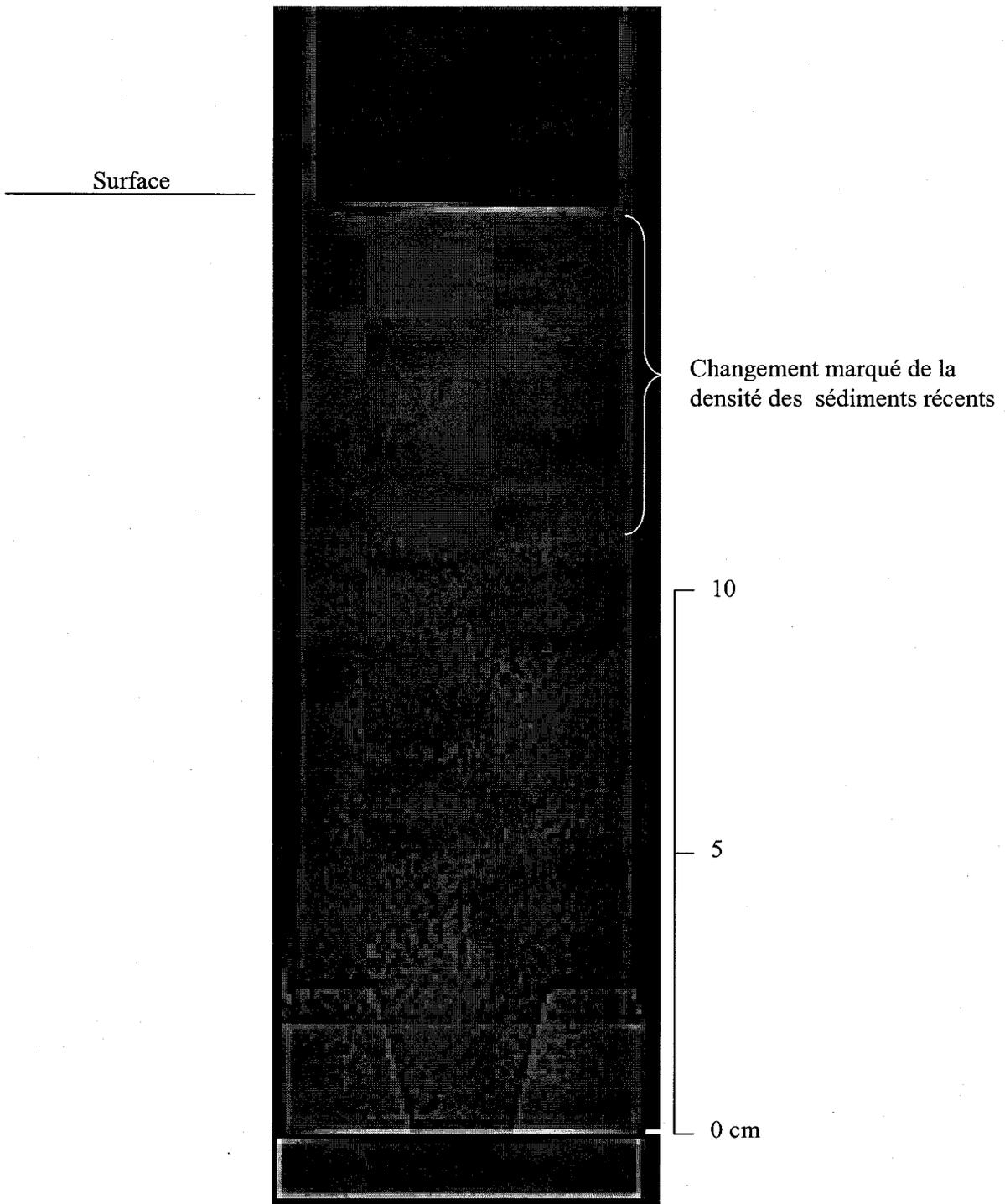


Figure 10. Tomographie de la carotte 2 prélevée au centre du Lac Huard.

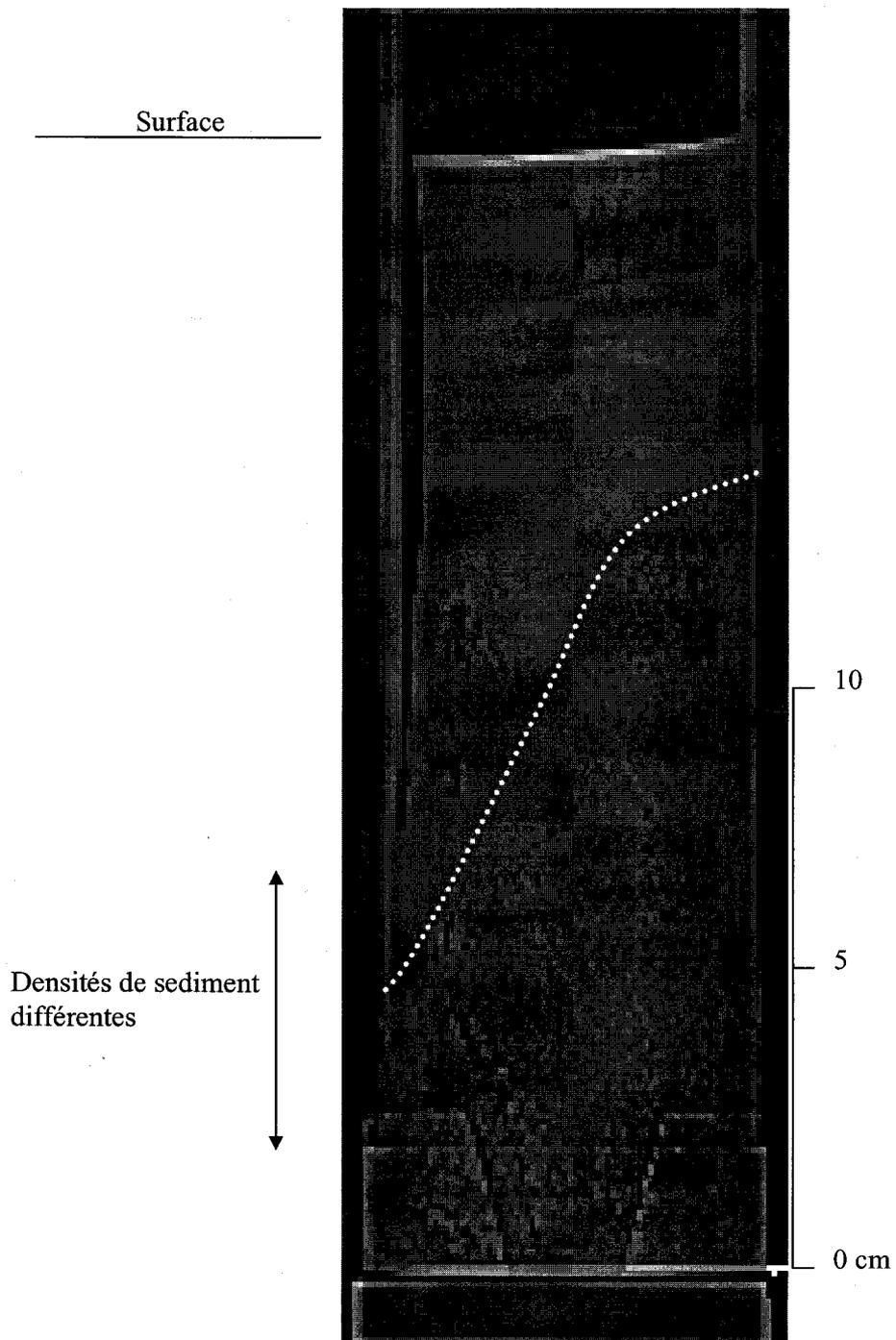


Figure 11. Tomographie de la carotte 3 prélevée vers l'embouchure du ruisseau Rouge

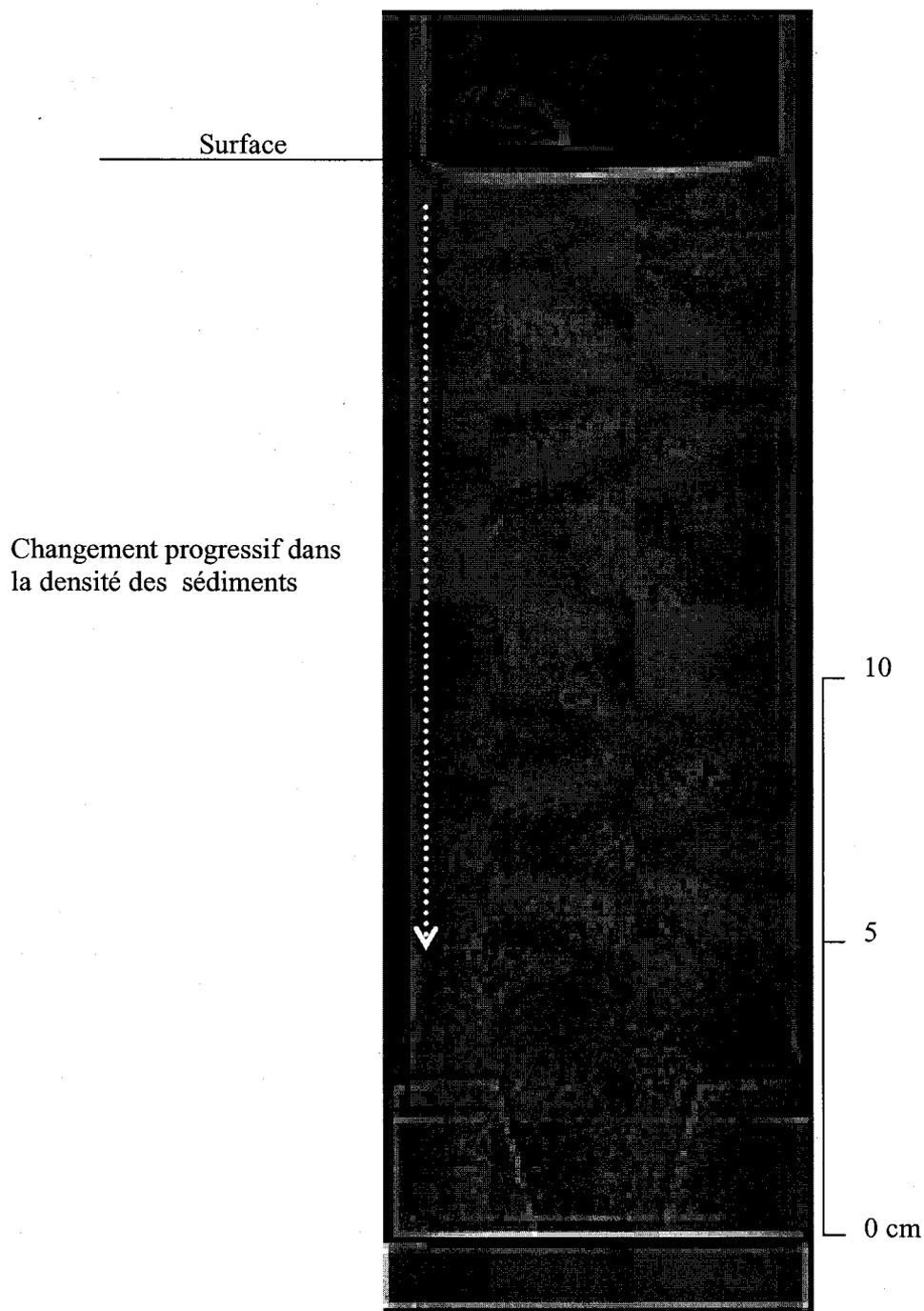


Figure 12. Tomographie de la carotte 4 prélevée vers l'embouchure du ruisseau Inlet

La Figure 13 présente les profils de densités des sédiments obtenus suite à l'analyse aux rayons gamma des carottes sur le banc MSCL. Les courbes des carottes 1, 3 et 4 montrent une tendance normale de la densité, c'est-à-dire qu'elle tend à augmenter avec la profondeur. En effet, la gravité agissant, il se produit une compaction des sédiments donc une augmentation de la densité. Toutefois, la courbe de la carotte 2 suit une tendance contraire et augmente vers la surface. En plus, une cassure s'observe dans la courbe entre 1 et 4 cm de la surface (encerclé sur la Figure 13) mettant en évidence une zone plus dense que les autres. Cette portion correspond à la portion plus claire du tomographe de l'image obtenue aux rayons X (Figure 10). Une augmentation de densité est aussi observée pour la carotte 1 entre 0,5 et 1,0 cm sous la surface, elle aussi encerclée sous le graphique. Elle aussi correspond avec l'image obtenue aux rayons X (Figure 9). Une augmentation de densité a été détectée à la surface de la carotte 4 on 0,5 et 2 cm de la surface, toutefois, aucune équivalence n'est visible sur l'image obtenue aux rayons X (Figure 12).

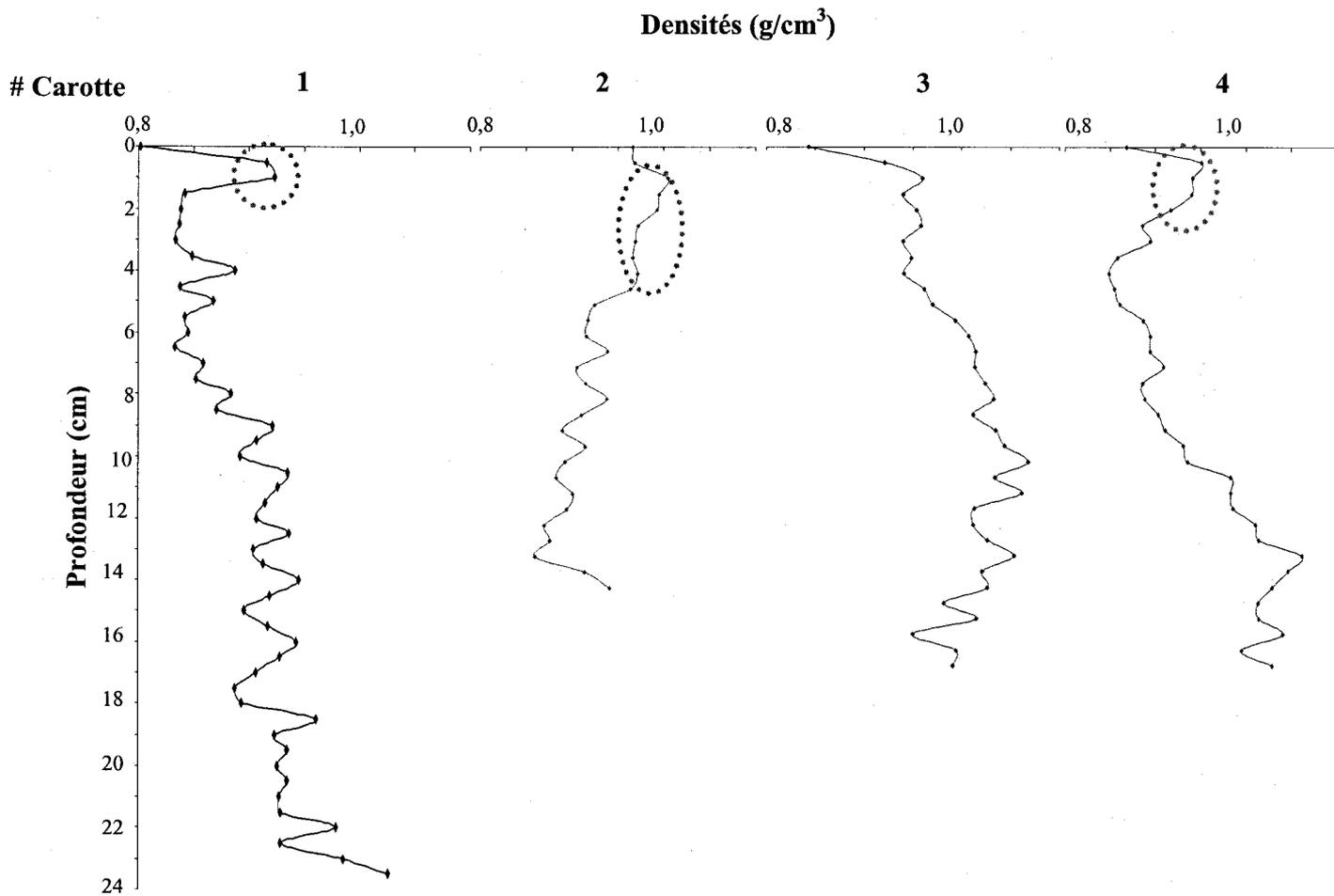


Figure 13. Densités des sédiments des 4 carottes obtenues par l'analyse aux rayons gamma. 0 cm représente la surface. Les cercles représentent les augmentations de densités dans les parties récentes des carottes

5 Discussion

Les résultats de l'analyse historique des activités forestières dans le bassin versant du lac Huard indiquent que les coupes forestières y ont débuté il y a 40 ans et qu'au cours de cette période, près de 45% du territoire forestier du bassin a été exploité. Les activités forestières ont cependant été plus intenses entre 1987 et 1995 où plus de 66% des coupes ont été effectuées.

L'analyse des carottes de sédiments lacustres prélevées au point le plus profond du lac indique un changement marqué de l'épaisseur et de la densité des laminations dans la partie supérieure des carottes. Ces changements suggèrent une augmentation récente de la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, possiblement associée à l'accroissement de l'activité forestière entre 1987 et 1995. Cette hypothèse doit cependant être vérifiée par la datation des sédiments des carottes au plomb-210 et au caesium-137 (Benoit et Rozan, 2001) afin de situer dans le temps les événements de déposition pour ensuite les corrélérer avec les périodes de coupes forestières plus intenses.

D'après Spencer et Schleser (1998), il est possible d'effectuer la datation sur une seule carotte et d'appliquer les résultats à l'ensemble d'un lac. Pour ce faire, il est cependant primordial que la carotte choisie soit représentative de l'ensemble de la sédimentation à l'intérieur du lac. La représentativité d'une carotte se fait en corrélant visuellement les laminations de plusieurs carottes. Dans le cadre de la présente étude, les carottes 3 et 4 n'ont pas pu être utilisées afin de corrélérer les carottes entre elles parce que celles-ci ont été prélevées près de l'embouchure des deux tributaires, là où le milieu de sédimentation était trop dynamique pour enregistrer les variations dans la production de sédiments fins. Bien que les carottes 1 et 2 étaient semblables au point de vue de leur structure sédimentaire, celles-ci différaient du point de vue de leur profils de densité. Pour cette raison, il a été impossible de conclure que l'une ou l'autre de ces carottes étaient représentative de la sédimentation de l'ensemble du lac et d'en effectuer la datation complète.

Pour cette raison, au lieu de procéder à la datation d'une des ces carottes, il a été choisi d'utiliser les fonds résiduels afin d'effectuer une seconde campagne de terrain en avril 2004 dont le but a été de récolter 13 carottes supplémentaires à divers endroits dans le lac. Des fonds provenant d'autres sources seront utilisés afin d'effectuer une série d'analyse détaillée de ces carottes. Des analyses au CAT-scan, aux rayons gamma, au granulomètre laser ainsi que des ratios carbone/azote permettront d'étudier les caractéristiques des sédiments présents et de déterminer leur taux de sédimentation. De plus, l'analyse de lames minces (Francus et Asikainen, 2001) par analyse d'image sera effectuée à l'aide une nouvelle technique développée par Francus (1998) pour étudier en détail les évènements de sédimentation. Les carottes seront ensuite corrélées entre elles et l'une d'entre elle sera sélectionnée afin d'en effectuer la datation détaillée.

6 Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leur participation au projet : Marc Gauthier et toutes les personnes ressources de la Société Cascapédia, Guillaume St-Onge, Reinhard Pienitz, André Chagnon, Pierre Bérubé, Jean-François Bisailon et Francis Bérubé. Ce projet a été financé pas le *Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet 1 – expérimentation* du Ministère des Ressources Naturelles du Québec et CIRSA inc.

7 Bibliographie

- Benoit, G. and Rozan, T.F., 2001. ^{210}Pb and ^{137}Cs dating methods in lakes: a retrospective study. *Journal of Paleolimnology*, 25: 455-465.
- Bergeron, N., Lapointe, M., Bérubé, F., Pouliot, M.-A., Johnston, P., Wagner, G. and Levasseur, M., 2003. Étude des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin-versant de la rivière Cascapédia : Développement de nouveaux critères sédimentologiques de qualité du substrat de fraie du saumon atlantique, Rapport du Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet 1 - expérimentation, Ministère des Ressources Naturelles du Québec, 46 pages.
- Binford, M.W., Deevey, E.S. and Crisman, T.L., 1983. Paleolimnology: an historical perspective on lacustrine ecosystems. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 14: 255-286.
- Blais, J.M. and Kalff, J., 1995. The influence of lake morphometry on sediment focusing. *Limnology and Oceanography*, 40(3): 582-588.
- Carmack, E.C., Gray, C.J.B., Pharo, C.H. and Daley, R.J., 1979. Importance of lake-river interaction on seasonal patterns in the general circulation of Kamlopps Lake, British Columbia. *Limnology and Oceanography*, 24(4): 634-544.
- Chapman, D.W., 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. *Transactions of the American Fisheries Society*, 117(1): 1-21.
- Crémer, J.-F., Long, B., Desrosiers, G., de Montety, L. and Locat, J., 2002. Application de la scanographie à l'étude de la densité des sédiments et à la caractérisation des structures sédimentaires: exemple des sédiments déposés dans la rivière Saguenay (Québec, Canada) après la crue de juillet 1996. *Can. Geotech. J.*, 39(2): 440-450.
- Crusius, J. and Anderson, R.F., 1991. Core compression and surficial sediment loss of lake sediments of high porosity caused by gravity coring. *Limnology and Oceanography*, 36(5): 1021-1031.
- Davis, M.B. and Ford, M.S.J., 1982. Sediment focusing in Mirror Lake, New Hampshire. *Limnology and Oceanography*, 27(1): 173-150.

- Dearing, J.A., 1999. Holocene environmental change from magnetic proxies in lake sediments. In: B.A. Maher and R. Thompson (Editors), Quaternary climates, environments and magnetism. Cambridge University Press, pp. 231-278.
- Everest, F.H., Beschta, R.L., Scrivener, J.C., Koski, K.V., Sedell, J.R. and Cederholm, C.J., 1987. Fine sediment and salmonid production: a paradox. In: T.W. Cundy and E.O. Salo (Editors), Streamside management: forestry and fisheries interactions, 12-14 February 1986, University of Washington Institute for Forest Resources, Seattle, Wash. Institute for Forest Resources, University of Washington, Seattle, Wash., pp. 98-142.
- Francus, P., 1998. An image-analysis technique to measure grain-size variation in thin sections of soft clastic sediments. *Sedimentary Geology*, 121: 289-298.
- Francus, P. and Asikainen, C.A., 2001. Sub-sampling unconsolidated sediments: a solution for the preparation of undisturbed thin-sections from clay-rich sediments. *Journal of Paleolimnology*, 26: 323-326.
- Gunn, J.M. and Sein, R., 2000. Effects of forestry roads on reproductive habitat and exploitation of lake trout (*Salvelinus namaycush*) in three experimental lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57(Suppl. 2): 97-104.
- Håkanson, L. and Jansson, M., 2002. Principles of lake sedimentology. The Blackburn Press, 316 pp.
- Kondolf, M.G., 2000. Assessing salmonid spawning gravel quality. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129: 262-281.
- Kreutzweiser, D.P. and Capell, S.S., 2001. Fine sediment deposition in streams after selective forest harvesting without riparian buffers. *Can. J. For. Res.*, 31: 2134-2142.
- Lane, P.J. and Sheridan, G.J., 2002. Impact of an unsealed forest road stream crossing: water quality and sediment sources. *Hydrological Processes*, 16(13): 2599-2612.
- Lowey, G.W., 2002. Sedimentary processes of the Kusawa Lake torrent system, Yukon, Canada, as revealed by september 16, 1982 flood event. *Sedimentary Geology*, 151: 293-312.
- Macdonald, J.S., Beaudry, P.G., MacIsaac, E.A. and Herunter, H.E., 2003. The effects of forest harvesting and best management practices on streamflow and suspended

concentrations during snowmelt in headwater stream in sub-boreal forests of British Columbia, Canada. *Can. J. For. Res.*, 33: 1397-1407.

MacKenzie, C. and Moring, J.R., 1988. Estimating survival of Atlantic Salmon during the intragravel period. *North American Journal of Fisheries Management*, 8: 45-49.

Moring, J.R., 1982. Decrease in stream gravel permeability after clear-cut logging: an indication of intragravel conditions for developing salmonids eggs and alvins. *Hydrobiologia*, 88: 295-298.

Rubin, J.-F. and Glimsäter, C., 1996. Egg-to-fry survival of the sea trout in some streams of Gotland. *Journal of Fish Biology*, 48: 585-606.

Spencer, C.N. and Schleser, C.L., 1998. Impact of timber harvest on sediment deposition in surface waters in northwest Montana over the last 150 year: a paleolimnological study. In: M.K. Brewin and D.M.A. Monita, tech, coords. (Editors), *Forest-fish conference: land management practices affecting aquatic ecosystems*. Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Edmonton, Alberta, Calgary, Alberta, pp. 187-201.

Walling, D.E., Owens, P.N., Foster, I.D.L. and Lees, J.A., 2003. Changes in the fine sediment dynamics of the Ouse and Tweed basin in the UK over last 100-150 years. *Hydrological Processes*, 17: 3245-3269.

Référence électronique :

Gouvernement du Québec (2001): [En ligne] : La base de données topographiques du Québec (BDTQ), à l'échelle 1/20 000. Disponible à : <http://www.pggq.gouv.qc.ca/expertise/BDTQ.pdf>. Consulté le : 24/09/04