

MB 96-30

CIBLES D'EXPLORATION POUR LES GITES DE TYPE SEDEX (Zn-Pb) DANS LA REGION A L'EST DU RESERVOIR CABONGA SUR LA BASE DE NOUVELLES DONNÉES GÉOCHIMIQUES

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée au document et ne fait pas partie du rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

Cibles d'exploration pour les gîtes de type SEDEX (Zn-Pb) dans la région à l'est du réservoir Cabonga sur la base de nouvelles données géochimiques

Jean-Pierre Lalonde



Ce document est une reproduction fidèle du manuscrit soumis par l'auteur sauf pour une mise en page sommaire destinée à assurer une qualité convenable de reproduction. Le manuscrit a cependant fait l'objet d'une lecture critique et de commentaires à l'auteur de la part de Suzie Nantel et Martin Doyon avant la remise de la version finale au ministère.

MB 96-30

1996



AVERTISSEMENT

L'équipe de numérisation tient à informer le lecteur qu'il y a des erreurs dans la pagination. Le document est donc complet.

Pages manquantes : p. **38** (feuille blanche), p. **80** (feuille blanche), p. **82** (feuille blanche), p. **84**, p. **86**, p. **88**, p. **90**, p. **92**, p. **94**, p. **96**, p. **98**, p. **100**, p. **102**, p. **104**, p. **106** et page **108**.



RÉSUMÉ

Divers travaux géoscientifiques effectués dans la province de Grenville, depuis les vingt dernières années, ont suscité un intérêt pour les gîtes de type SEDEX dans les anciens environnements sédimentaires. Des inventaires géochimiques régionaux ont été effectués sur des grandes surfaces de cette province depuis 1986.

C'est dans ce contexte, que les 4300 échantillons prélevés dans la région à l'est du réservoir Cabonga en 1970, ont été réanalysés en 1992-93 pour une gamme de 45 éléments afin d'obtenir des données compatibles avec les nouvelles informations. Compte tenu la quantité d'information et le contexte géologique de la région, il fut décidé d'interpréter les nouvelles données en fonction des possibilités zincifères de la région de Cabonga. Dix-huit éléments, considérés comme indicateurs de gîtes de type SEDEX et de leurs contextes, furent sélectionnés. Ces éléments sont: As, B, Ba, Br, Ca, Cd, Ce, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Sr, U, Zn.

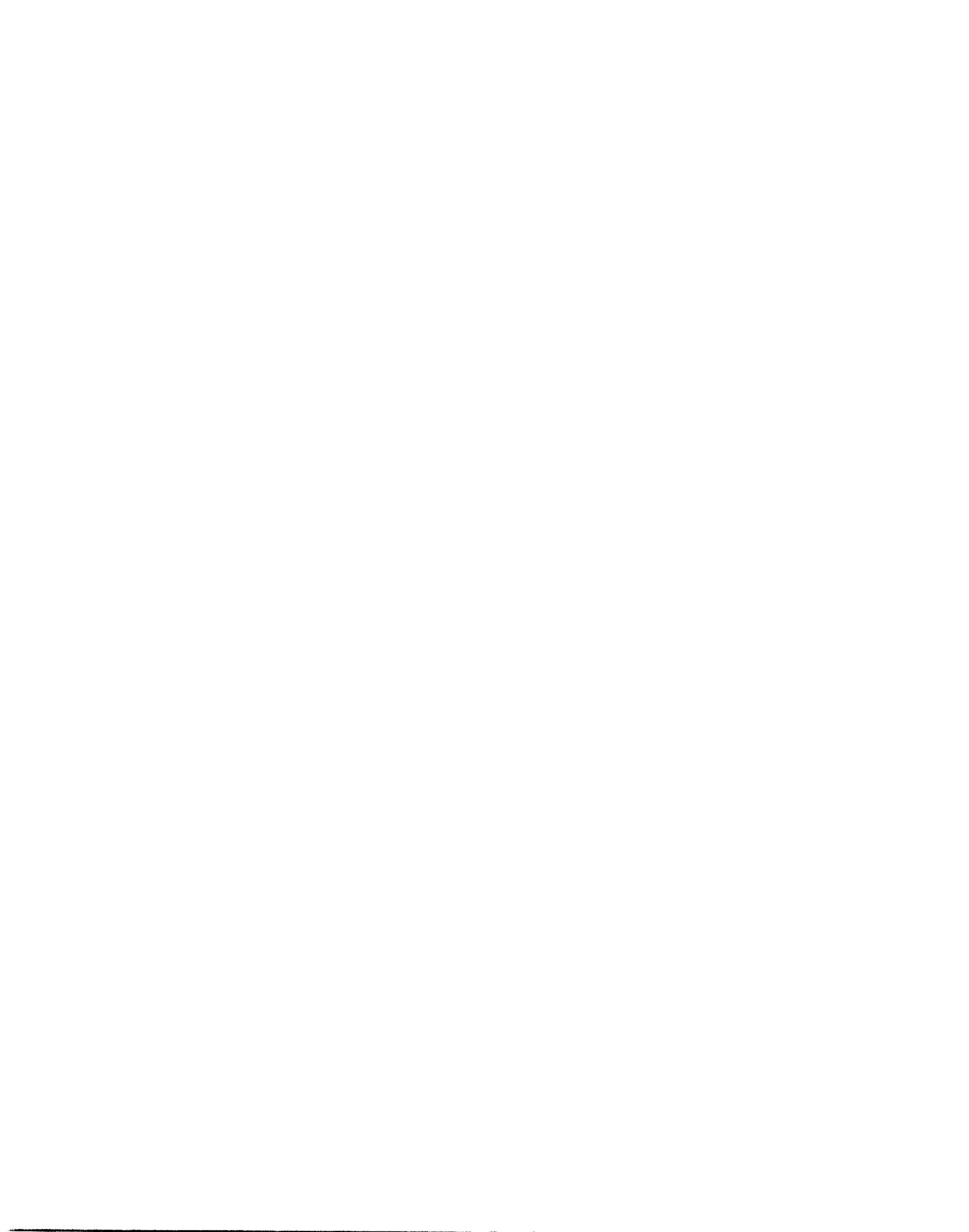
L'ensemble appelé terrain de Cabonga fait partie de l'Allochtonne monocyclique. Il est formé de gneiss divers, d'amphibolites, de paragneiss variés et de bandes de marbres, de roches calcosilicatées et de pegmatites tardives. Il est relié au terrain de Mont-Laurier par une étroite bande de paragneiss, d'amphibolites et de roches calcosilicatées très fortement déformées. Les horizons contenant des amphibolites, des roches calcosilicatées et des marbres sont des environnements favorables à la mise en place de gîtes de type SEDEX similaires à ceux qui ont été découverts dans le terrain de Mont-Laurier.

L'information géochimique est présentée de deux façons complémentaires: 18 cartes de données ponctuelles à l'échelle de 1/250 000 et 18 cartes en couleurs présentant des niveaux d'isoteneurs à l'échelle de 1/500 000. Les signaux d'intérêt pour chacun des éléments sont présentés sur quatre feuillets de réduction d'information et une carte de synthèse globale met en relief les cibles multi-éléments .

Vingt-sept cibles multi-éléments (3 éléments indicateurs et plus) ont été identifiées et priorisées en fonction du nombre de variables constituant le signal. Le résultat de ce dernier effort est six cibles de première priorité (10 indicateurs et plus) et dix de deuxième priorité (6 à 9 indicateurs). Dans plusieurs cas, les fourchettes d'éléments constituant les signaux anomaux suggèrent un potentiel zincifère qui mérite d'être évalué.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	.....	1
Remerciements	.....	1
Géologie	.....	1
Minéralisations	.....	5
Magnétisme	.....	6
Potentiel zincifère	.....	9
Échantillonnage	.....	10
Localisation des échantillons	.....	10
Analyses	.....	15
Statistiques	.....	15
La présentation des données	.....	21
a) Les figures d'information ponctuelle	.....	21
b) Les figures d'isoteneurs en couleur	.....	21
Observations	.....	22
a) Synthèse par groupes d'éléments	.....	22
b) Synthèse globale	.....	26
c) Coefficients d'association	.....	29
d) Éléments caractéristiques des cibles	.....	32
Recommandations	.....	34
Conclusion	.....	34
Références	.....	35
Annexe 1: Travaux antérieurs	.....	38
Annexe 2: Figures géochimiques présentant l'information ponctuelle en noir et blanc	.....	42
Annexe 3: Figures géochimiques présentant des plages d'isoteneurs en couleur	.....	79
Annexe 4: Critères additionnels pour l'évaluation des cibles	.....	93



LISTE DES FIGURES

1 - Localisation de la région échantillonnée à l'est du réservoir Cabonga	2
2 - Géologie générale de la région de Cabonga	3
3 - Géologie simplifiée de la région à l'est du réservoir Cabonga	80
4 - Carte aéromagnétique du champ total de la région à l'est du réservoir Cabonga	82
5 - Carte aéromagnétique gradiométrique de la région à l'est du réservoir Cabonga	83
6 - Interprétation d'horizons magnétiques marqueurs et de linéaments sécants	7
7 - (a, b) Diagrammes de corrélation pour les couples d'éléments présentant les meilleurs coefficients ...	18
8 - Information ponctuelle - As .....(annexe 2).....	43
9 - Information ponctuelle - B	45
10 - Information ponctuelle - Ba	47
11 - Information ponctuelle - Br	49
12 - Information ponctuelle - Ca	51
13 - Information ponctuelle - Cd	53
14 - Information ponctuelle - Ce	55
15 - Information ponctuelle - Co	57
16 - Information ponctuelle - Cu	59
17 - Information ponctuelle - Fe	61
18 - Information ponctuelle - Mg	63
19 - Information ponctuelle - Mn	65
20 - Information ponctuelle - Ni	67
21 - Information ponctuelle - P	69
22 - Information ponctuelle - Pb	71
23 - Information ponctuelle - Sr	73
24 - Information ponctuelle - U	75
25 - Information ponctuelle - Zn	77
26 - Isoteneur couleur As (annexe 3)	84
27 - Isoteneur couleur B	84
28 - Isoteneur couleur Ba	85
29 - Isoteneur couleur Br	85
30 - Isoteneur couleur Ca	86
31 - Isoteneur couleur Cd	86
32 - Isoteneur couleur Ce	87
33 - Isoteneur couleur Co	87
34 - Isoteneur couleur Cu	88
35 - Isoteneur couleur Fe	88
36 - Isoteneur couleur Mg	89
37 - Isoteneur couleur Mn	89
38 - Isoteneur couleur Ni	90
39 - Isoteneur couleur P	90
40 - Isoteneur couleur Pb	91
41 - Isoteneur couleur Sr	91
42 - Isoteneur couleur U	92
43 - Isoteneur couleur Zn	92
44 - Synthèse Zn - Cd - P - B	24
45 - Synthèse Mg - Br - Ba - As - Cu	24
46 - Synthèse Pb - Ni - Co - Mn - Fe	25
47 - Synthèse Ca - Sr - U - Ce	25
48 - Synthèse globale	27



LISTE DES TABLEAUX

1 - Liste de quelques critères pouvant aider à discriminer des contextes de type SEDEX	11
2 - Statistiques de base pour chacun des éléments	16
3 - Matrice des coefficients de corrélation inter-éléments	16
4 - Analyse factorielle sans rotation	20
5 - Percentiles et teneurs correspondantes ayant servi à définir les 8 classes représentées sur les figures géochimiques de données ponctuelles	20
6 - Percentiles et teneurs correspondantes ayant servi à définir les 16 classes représentées sur les figures géochimiques en couleurs	23
7 - Matrice des coefficients d'association	31
8 - Réponse des dix-huit éléments indicateurs choisis ainsi que de dix-sept autres éléments d'intérêt	33

INTRODUCTION

La région à l'est du réservoir Cabonga est localisée dans la province de Grenville à environ 200 kilomètres au nord des municipalités de Hull et de Gatineau (figure 1). Cette région contient des roches calcosilicatées et des marbres similaires à ceux qui ont été étudiés dans le contexte métasédimentaire du terrain de Mont-Laurier. Ce dernier contexte a suscité l'intérêt de quelques intervenants en raison des indices de zinc de type SEDEX qu'il contient.

L'échantillonnage géochimique de la région a été effectué au cours de l'été 1970. Des sédiments de ruisseau ont été prélevés sur un territoire irrégulier d'une superficie d'environ 2050 kilomètres carrés touchant les 10 feuillets SNRC suivants : 31 N (1, 2, 7, 8, 9, 10) et 31 O (4, 5, 6, 12).

Les échantillons de ce levé ont été analysés originalement pour dix éléments et les résultats ont été publiés par Kelly et al. (1972) puis remis en valeur par Gagnon (1984). Les échantillons ont été réanalysés en 1992-93 pour 45 éléments à l'aide de méthodes plus modernes et les données numériques ont été rendues publiques par Choinière (1993). Les objectifs visés par cette nouvelle analyse étaient premièrement d'harmoniser les données avec celles du terrain de Mont-Laurier (Choinière, 1988 et 1989) et deuxièmement d'identifier des nouvelles cibles d'exploration tout en revalorisant les anciennes.

Le premier but de ce rapport est de diffuser une partie des nouvelles données analytiques dans une forme simple et visuelle. Le deuxième, et le plus important, est d'intéresser des intervenants à réévaluer le potentiel de cette région en fonction des possibilités de découverte de gîtes de Zn-Pb de type SEDEX. Quelques informations et observations générales pouvant faciliter ce travail sont fournies sur le cadre géologique, les gîtes, le contexte aéromagnétique et les travaux d'exploration antérieurs. L'information géochimique pour chacun des éléments indicateurs est alors présentée puis réduite sur quelques cartes synthèses. Des cibles sont identifiées et des priorités leur sont accordées en fonction de l'approche multiélément.

Cette mise en valeur des données devrait permettre une

interprétation plus fine de la géochimie et un choix judicieux de signaux justifiant la prospection du territoire.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie spécialement deux collaborateurs.

Premièrement, il souligne les efforts de monsieur Jean Choinière, géochimiste, qui a rendu cette étude possible en faisant réanalyser les échantillons du levé de Cabonga et en effectuant une mise en carte préliminaire de certaines données. Cette mise en carte a permis à l'auteur de concevoir la présentation de ce rapport. Il le remercie aussi pour son soutien tout au long de cette étude.

Deuxièmement, il remercie monsieur Michel Hocq, géologue, pour sa contribution à la préparation d'un résumé cohérent sur la géologie de la région de Cabonga. Il le remercie aussi pour les discussions et suggestions concrètes visant l'amélioration du rapport.

GÉOLOGIE

La région du réservoir Cabonga a été cartographiée systématiquement à l'échelle de 1 mille au pouce par plusieurs auteurs dont Laurin (1960, 1961), Otton (1971, 1978) et Van der Leeden (1981) et à 4 milles au pouce par Wynne-Edwards et al. (1966). Des interprétations subséquentes de la géologie du Grenville et des solutions à différents problèmes lithologiques et structuraux impliquant la région de Cabonga ont été proposées depuis plus de 20 ans, notamment par Wynne-Edwards (1972, 1976), Rivers et al. (1989), Indares et Martignole (1990) et Martignole et Pouget (1993, 1994).

La figure 2 est une version modifiée de la figure 28 de Hocq (1994) publiée dans le récent mémoire «Géologie du Québec» (MRN, 1994). La position structurale du terrain de Cabonga et des terrains environnants a été reportée par Hocq sur cette figure à partir des travaux de Martignole et Pouget (1990, 1994), des données de K. Sharma (communications personnelles, 1992) et les cartes de gîtes minéraux d'Avramtchev et Lebel-Drolet

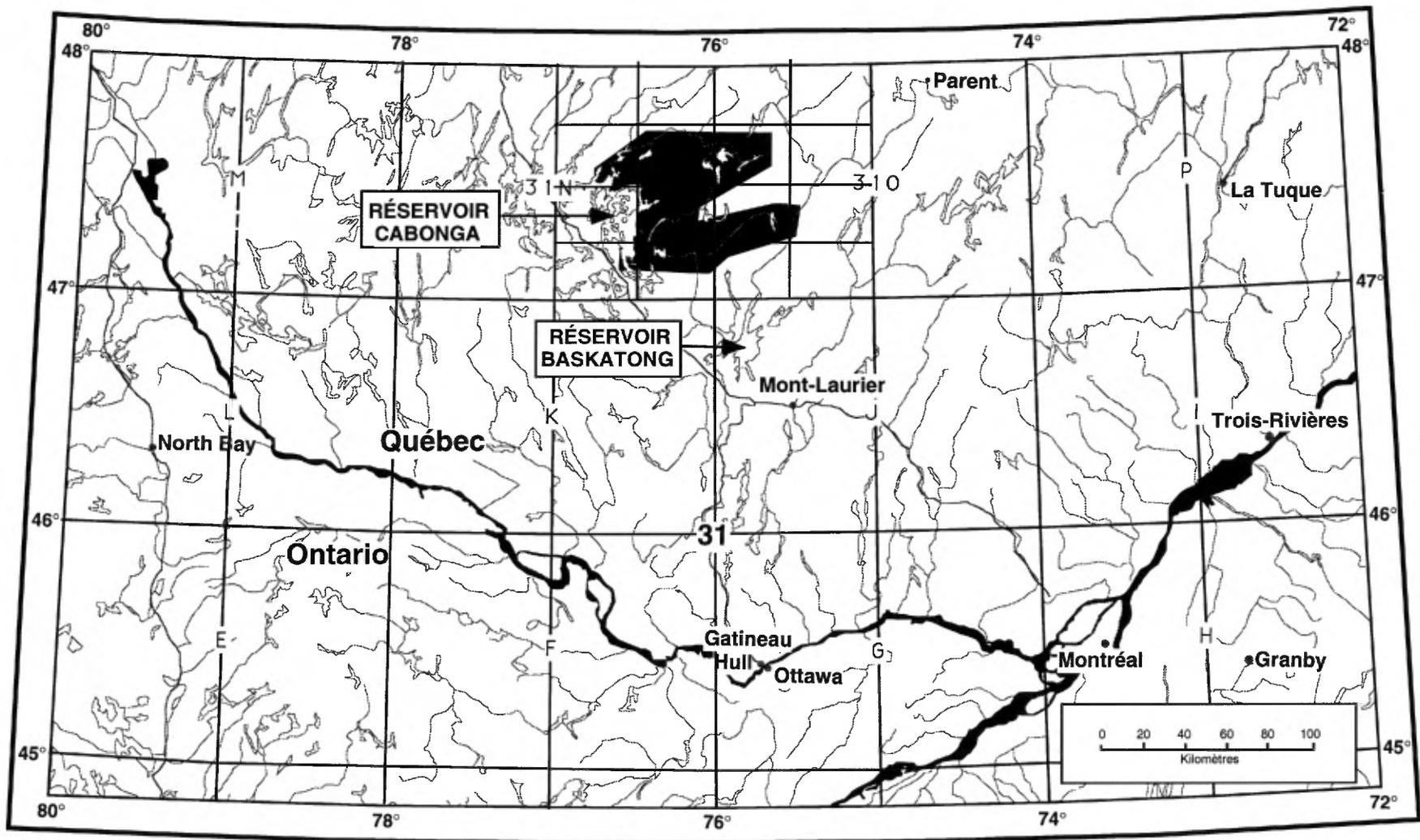


Figure 1: Localisation de la région échantillonnée à l'est du réservoir cabonga

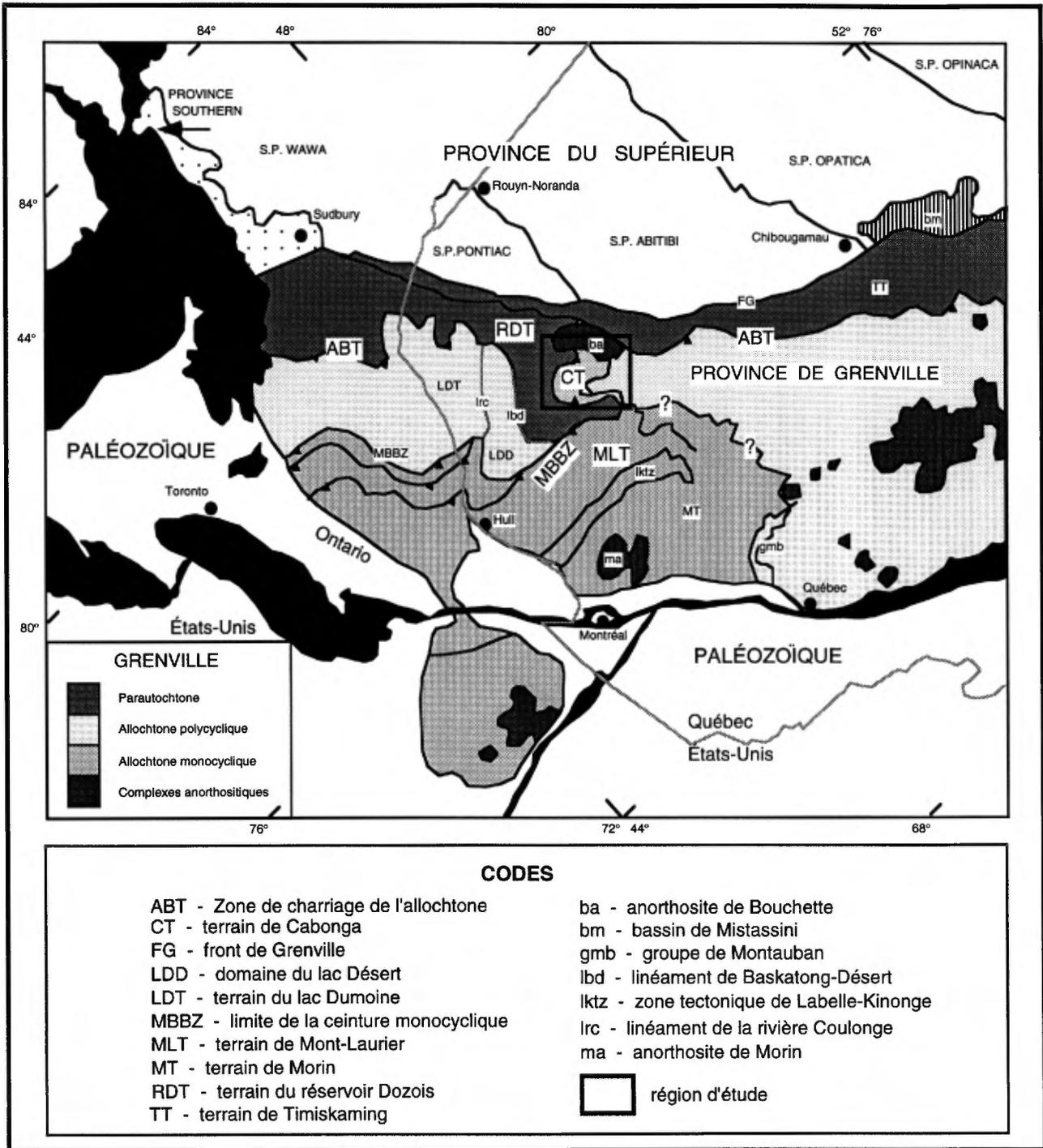


Figure 2: Géologie générale de la région de Cabonga.
(Figure simplifiée à partir de Hocq, 1994)

(1981) et d'Avramtchev et Piché (1981). Dans l'interprétation mobiliste généralement acceptée du Grenville selon Hocq, le terrain de Cabonga est un terrain allochtone transporté vers l'ouest - nord-ouest.

La région sise directement à l'est du réservoir Cabonga fait partie du terrain de Cabonga (CT). Elle est formée de roches d'origine sédimentaire et de roches magmatiques d'âge Protérozoïque moyen appartenant à l'allochtone monocyclique. Ce terrain dont la limite septentrionale n'est pas encore formellement tracée se trouve localisé directement au-dessus du Parautochtone d'âge Archéen, en l'occurrence le terrain du réservoir Dozois (RDT; figure 2). Il est séparé de celui-ci par une zone de décollement importante, la MBBZ ou Monocyclic Belt Boundary Zone (Rivers et al., 1989). Plus au sud, la MBBZ recoupe le cisaillement de Baskatong-Désert au sens de Sharma et al. (1993). L'ABT sépare le Parautochtone (terrain du réservoir Dozois - RDT) des roches d'âge Protérozoïque inférieur ou moyen de l'Allochtone polycyclique au sens de Rivers et al. (1989), dont le domaine du lac Désert (LDD) et le terrain du lac Dumoine (LDT; figure 2).

Selon Indarès et Martignole (1990), les conditions de pression et de température reliées au terrain de Cabonga (CT) seraient plus proches de celles du terrain de Morin (MT) que de celles du terrain de Mont-Laurier (MLT) situé directement au sud-est du CT. Les relations structurales entre le CT et le MLT ne sont pas suffisamment éclaircies pour spéculer davantage sur la position structurale du terrain de Cabonga (CT) vis-à-vis de l'ensemble des constituants du MLT.

Compte tenu des considérations relationnelles qui précèdent, deux questions s'imposent par rapport au potentiel de cette région en gîtes de type SEDEX. Premièrement, quelle est la relation structurale du CT avec les autres terrains environnants et tout particulièrement le terrain de Mont-Laurier? Deuxièmement, le CT ou une partie du CT pourrait-il être relié à un ancien bassin secondaire de sédimentation favorable à l'exhalaison de solutions hydrothermales chargées de métaux?

Résumons maintenant les lithologies identifiées dans chacun des grands ensembles.

Les roches qui constituent le Parautochtone du terrain du réservoir Dozois (RDT) sont représentées essentiellement

par des gneiss tonalitiques, des migmatites et des gneiss granitiques dans lesquels se rencontrent des bandes cartographiables de paragneiss et d'amphibolites dont l'âge du protolite est encore inconnu (Archéen vs Protérozoïque?). Les orthogneiss ainsi que les paragneiss sont généralement caractéristiques du faciès des amphibolites.

À l'exception d'une partie du secteur septentrional, la région d'étude est localisée pratiquement dans son entièreté dans le terrain de Cabonga (CT), attribué à l'Allochtone monocyclique. Elle est formée de gneiss divers (figure 3, voir l'annexe 3; Avramtchev et Lebel-Drolet, 1981 et Avramtchev et Piché, 1981) dont des orthogneiss à orthopyroxène, des gneiss tonalitiques et granitiques, ainsi que des amphibolites, des paragneiss variés et des bandes de marbres, de roches calcosilicatées et des pegmatites tardives, dont des pegmatites à néphéline (Laurin, 1960, 1961; Martignole et Pouget, 1994; Brunet et Martignole, 1995).

Le terrain de Cabonga (CT) est relié au terrain de Mont-Laurier (MLT) par une étroite bande de paragneiss, d'amphibolites et de roches calcosilicatées très fortement déformées et régulièrement mylonitiques (Martignole et Pouget, 1993, 1994). Ces roches sont localisées directement dans la zone de cisaillement principale qui sépare le CT du terrain du réservoir Dozois (RDT) ou encore directement au dessus.

Les roches sédimentaires présentes dans le CT sont, en tous points, similaires à celles du MLT. Il s'agit, d'une part, de sédiments chimiques carbonatés qui se présentent sous forme de marbres et de roches calcosilicatées et, d'autre part, de sédiments détritiques arénacés sous forme de quartzites, quartzites impurs et autres paragneiss quartzofeldspathiques. Des pélites et semi-pélites sont présentes sous les apparences de divers types de paragneiss à biotite ou à grenat, avec ou sans sillimanite. Les bandes d'amphibolites pourraient correspondre à des filons-couches de gabbro ou encore, pour certaines d'entre-elles, à des coulées de laves mafiques. Des skarns se sont développés dans les carbonates au contact d'intrusions felsiques. Globalement, les roches du terrain de Cabonga (CT) ont été métamorphosées jusqu'au faciès des granulites et elles ont été fortement migmatisées. Considérant les similitudes entre le contexte du CT et celui du MLT qui contient des indices de type SEDEX, il apparaît que cet environnement géologique pourrait aussi être favorable à la découverte de ce type de gîte.

Au nord-est du réservoir Cabonga, l'anorthosite de Bouchette (ba; figure 2), d'âge Protérozoïque moyen, est intercalée entre les gneiss du terrain de Cabonga (CT) et ceux du Parautochtone. Elle est très fortement déformée et gneissifiée. Elle renferme aussi de grands écrans de paragneiss qui sont disposés au centre des restes de cette ancienne intrusion dans une zone de déformation intense (Otton, 1978; communication personnelle de J. Martignole à M. Hocq, 1992).

Finalement, la région a subi les effets de la dernière glaciation. Selon les quelques mesures prises par les géologues qui ont cartographié la région, le glacier continental s'est écoulé du nord vers le sud avec des variations locales de 5° vers l'est ou l'ouest. La région est recouverte de till dont l'épaisseur atteint 10 mètres. Bien que les glaciers ont déplacé beaucoup de matériel non consolidé, on verra plus loin qu'ils ont eu peu d'effet sur la «distance apparente» de transport des signaux géochimiques.

Une carte géologique en couleur (figure 3; annexe 3), à la même échelle que les figures géochimiques et géophysiques de cette même annexe, est fournie pour permettre au lecteur de situer rapidement les données géochimiques dans un contexte géologique général. Cette carte présente quelques imperfections car elle n'a pas été redessinée. Elle est le produit d'un assemblage de parties des cartes des gîtes minéraux à l'échelle de 1/250 000 (Avramtchev et Lebel-Drolet, 1981; Avramtchev et Piché, 1981) qui a été réduit par reprographie au 1/500000.

MINÉRALISATIONS

La carte géologique simplifiée en couleur (figure 3; annexe 3) localise la majorité des gîtes connus en date de 1979. La liste fournie avec la légende de la figure 3 facilite leur repérage, leur identification et établi un lien avec les fiches de gîtes.

Les minéralisations localisées sur cette carte sont au nombre de trente-trois (33). Elles se regroupent en trois principaux types : des sulfures massifs cuprifères contenant de la chalcopryrite en association avec de la pyrite et de la pyrrhotine, des sulfures massifs stériles formés de pyrite et/ou de pyrrhotine, des indices de fer se

présentant sous forme de magnétite. Les sulfures massifs des deux premiers types sont généralement associés à des amphibolites et à des gabbros tandis que les quelques indices de fer, dont la morphologie a été caractérisée, sont classés comme filoniens. On remarque, par contre, que la majorité des indices n'ont pas été caractérisés.

La région contient aussi d'autres types d'indices. Un indice titanifère a été localisé hors de la zone échantillonnée dans le coin nord-ouest, à 5 kilomètres au nord de l'anorthosite de Bouchette (ba). Deux indices de sulfures massifs stériles contiennent aussi de l'arsénopyrite (Gatineau 110 -1; Chassin - 1). Des traces d'or ont été décelées au lac Landron en association avec l'indice cuprifère Gatineau 120 - 1. Cet indice contient aussi de la magnétite, de la pyrite et de la pyrrhotine. Finalement, des traces de Ni ont été trouvées dans l'indice Gatineau 130 -1 localisé au nord-ouest de la région échantillonnée.

Une recherche a été effectuée dans la base documentaire du ministère (GM) en date de janvier 1995 afin d'établir un profil des travaux effectués sur le territoire et de mettre à jour l'information disponible sur les minéralisations. Un résumé des travaux antérieurs est fourni à l'annexe 1.

Les travaux réalisés par les compagnies et déposés en GM contiennent de l'information sur cinq indices additionnels dont un seul a été découvert après 1979. Ces nouveaux indices portent le total à 38. Pour faciliter le graphisme, ces indices sont localisés sur la synthèse globale (figure 48) et non sur la figure 3 de l'annexe 3.

Ces indices sont:

1 - Sulfures massifs, contenant de la pyrrhotine massive, associés à des amphibolites. L'indice fut découvert par SOQUEM en 1971 dans le canton Gatineau 90. Il est localisé à environ trois (3) kilomètres à l'est du lac Needles qui est lui-même situé à cinq (5) kilomètres au sud-ouest du lac Lenôtre (GM 26510 et 27742).

2 a - Sulfures massifs cuprifères associés à des amphibolites. Ces sulfures contiennent de la pyrrhotine massive à semi-massive et jusqu'à 0,48% de Cu. L'indice fut découvert par Les Ressources Camchib Inc. en 1981 dans le canton Gatineau 103 au sud-est du lac Échouani (GM 37434).

2 b - Section de magnétite semi-massive découverte au même endroit dans le cadre des mêmes travaux.

3 - Sulfures massifs cuprifères contenant de la pyrrhotine massive stratiforme (section de forage de 27') dans un environnement de gneiss pyroxénitiques et grenatifères, d'amphibolite et de graphite. Des veines contiennent aussi des traces de Cu et de Mo. L'indice fut découvert en 1968 par Duncan R. Derry Ltd. et Explorations St-Maurice Ltée. à l'extrémité sud-est du lac Capimitchigama dans le canton Gatineau 91 (GM 24360).

4 - Rubanements de magnétite massive contenant jusqu'à 58,8% Fe et des traces de chalcopryrite. Cette minéralisation est associée à l'anorthosite de Bouchette (ba). L'indice fut découvert en 1963 par A. C. Thompson (prospecteur) dans le canton Foligny, sur la pointe sud du lac Bouchette (GM 13354).

La majorité des indices découverts dans la région étudiée (27 sur 38) sont localisés à l'intérieur ou à quelques kilomètres de la périphérie de l'anorthosite de Bouchette (figure 3). Quelques indices de sulfures massifs cuprifères ou stériles (7 sur 38) sont clairement associés aux roches de l'Allochtone monocyclique du terrain de Cabonga (CT). Ces sulfures stratiformes, massifs à semi-massifs, ont été décelés dans des contextes géologiques contenant des amphibolites et des gabbros.

Jusqu'à maintenant, aucun indice de zinc de type SEDEX n'a été rapporté dans les travaux du ministère ou dans les rapports des intervenants déposés en GM. D'ailleurs, les travaux statutaires ne font même pas mention de la possibilité de recherche de gîtes zincifères dans le contexte des roches métasédimentaires du CT. Ces faits portent à croire que la recherche de gîtes zincifères stratiformes de type SEDEX n'était pas une priorité des intervenants ayant prospecté cette région. Cette hypothèse est appuyée par l'absence de travaux d'exploration déposés en GM après la publication des premiers rapports de Gauthier et Brown (1980 a et b) portant sur les possibilités zincifères du terrain de Mont-Laurier (MLT). Ces rapports attireraient aussi l'attention sur les possibilités zincifères du terrain de Cabonga. En plus, une étude récente sur les signaux géochimiques en Co pouvant servir pour la recherche de gîtes de Cu-Co et/ou de Zn-Pb dans la partie sud de la Province de Grenville a identifié une cible d'importance

dans le secteur du réservoir Cabonga (Nantel et Choinière, 1994). Considérant ces faits, il semble raisonnable d'avancer que l'exploration du terrain de Cabonga pour les gîtes de type SEDEX reste à faire.

MAGNÉTISME

L'étude des cartes aéromagnétiques fournit des informations qui peuvent influencer les priorités accordées aux cibles géochimiques et orienter les travaux d'exploration.

Deux figures aéromagnétiques en couleurs ont été préparées avec l'aide de monsieur D. Lefèvre, géophysicien du ministère. Ces figures à l'échelle de 1/500,000, ont été tracées à partir des données fédérales-provinciales. La première (figure 4; annexe 3) présente le champ total. On peut y percevoir des grands ensembles ayant un signal magnétique similaire. On peut aussi y suivre des horizons magnétiques marqueurs sur des dizaines de kilomètres. La deuxième (figure 5; annexe 3) est une carte gradiométrique. Elle permet de mieux percevoir l'effet de phénomènes de déformation sur ces mêmes ensembles et horizons marqueurs. Elle est aussi utile pour déceler la présence de failles surtout tardives suggérées par des décrochements de signaux magnétiques. Ces deux cartes contiennent donc des informations complémentaires qui peuvent être utiles pour justifier un choix de cibles reliées à certains niveaux ou encore pour formuler des hypothèses sur l'extension d'horizons présentant un potentiel.

On observe, en général, une assez bonne correspondance entre la géologie simplifiée (figure 3) et les patrons magnétiques. Le pourtour reconnu du terrain de Cabonga (CT) est identifiable (figure 6, éléments I et III). Par surcroît, on peut suivre, grâce aux amphibolites et gabbros qu'elle contient (G4, G5, G10; figure 3), la ceinture des métasédiments de l'Allochtone monocyclique du (CT) qui semble se rattacher au terrain de Mont-Laurier (MLT). La présence de l'anorthosite de Bouchette (G8; figure 3) se distingue facilement dans la partie nord de la région. Finalement, les roches du Parautochtone présentent, sur la carte gradiométrique, une texture magnétique particulière formée d'un enchevêtrement complexe de crêtes et de dépressions

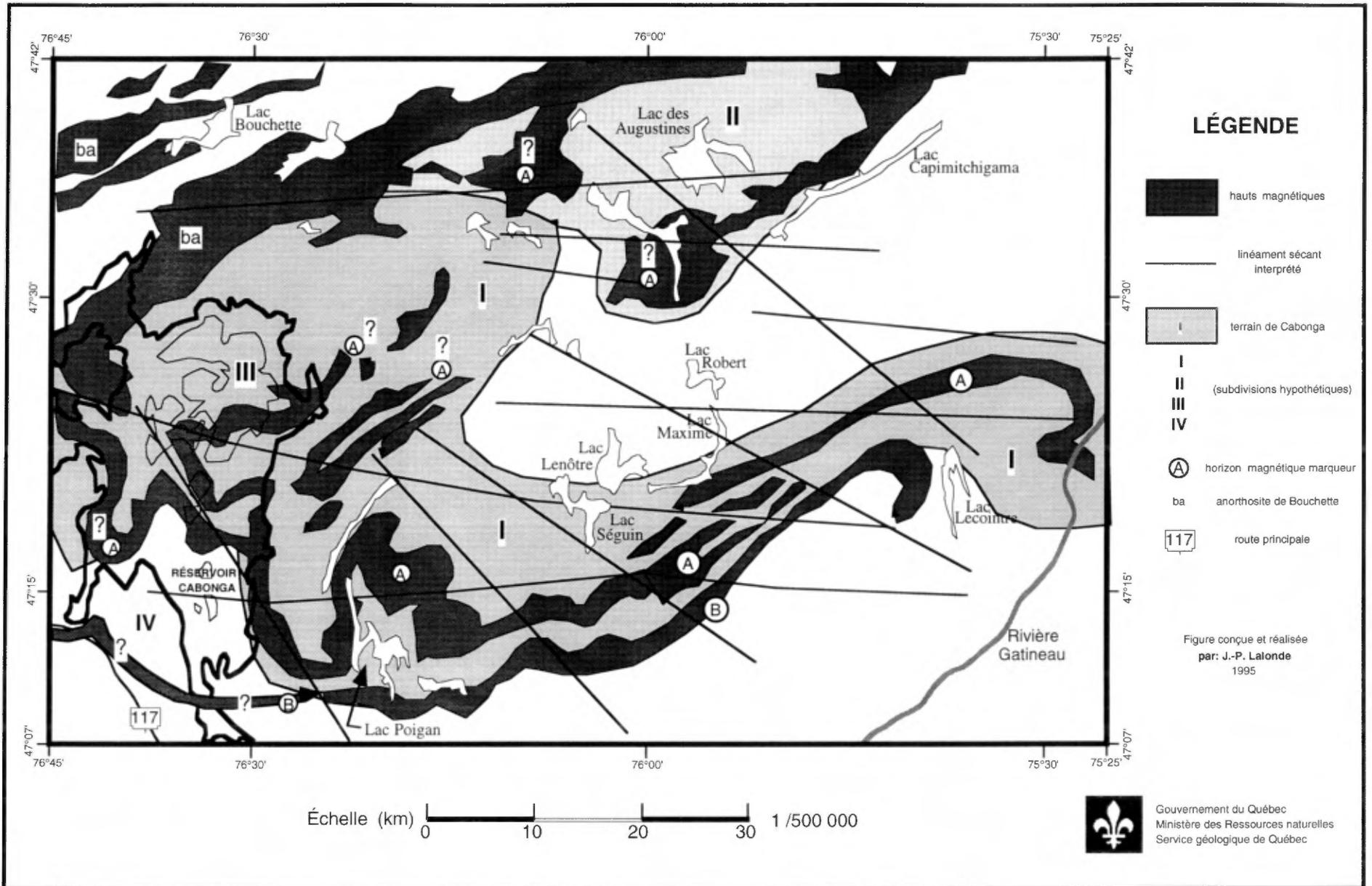


Figure 6 : Interprétation d'horizons magnétiques marqueurs et de linéaments sécants à partir des cartes aéromagnétiques.

magnétiques de faible amplitude. On observe cette texture au sud du CT (G20A) ainsi que dans le coin nord-est de la région d'où une projection du parautochtone orientée nord-est - sud-ouest semble pénétrer à l'intérieur du CT (G2, G20, G20A; figure 3).

Par contre, en observant attentivement les figure 4 et 5, il est aussi possible de remarquer des discordances **apparentes** entre le prolongement de plusieurs horizons magnétiques, qui pourraient être qualifiés de marqueurs, et la géologie simplifiée (figure 3). Ces discordances qui pourraient avoir un impact sur l'exploration pour divers types de gîtes, dont le type SEDEX, sont mis en relief sur la figure 6 qui présente une synthèse des principaux patrons magnétiques concordants et discordants observés. Les discordances et les nombreux plissements dans ces horizons magnétiques marqueurs témoignent de l'importance des phénomènes de déformation ayant affecté le terrain de Cabonga.

Si l'horizon magnétique marqueur A (figure 6) se poursuit réellement sous le réservoir Cabonga pour rejoindre l'extrémité sud-ouest de l'anorthosite de Bouchette, comme le suggèrent les cartes magnétiques, alors la limite ouest du terrain de Cabonga devrait probablement être reconsidérée afin d'inclure la zone (II) (figure 6) et peut-être même la zone (IV) délimitée par l'extension de l'horizon marqueur B. Dans une telle éventualité, l'anorthosite de Bouchette serait non seulement contemporaine des intrusions d'amphibolite et de gabbro contenues dans les roches de la partie sud du CT mais les deux masses parallèles de l'anorthosite (sud et nord) seraient aussi reliées respectivement dans le temps aux deux horizons magnétiques marqueurs A et B.

Remarquons aussi que les masses nord et sud de l'anorthosite de Bouchette présentent des signaux magnétiques (formes et textures) très similaires, bien que le signal de la masse la plus au sud soit plus intense. Cette texture de leurs signaux magnétiques ressemble beaucoup à celle des roches Aphébiennes du CT (partie est de l'horizon marqueur A) auxquelles les anomalies sont reliées par des crêtes continues de signaux magnétiques.

Toutes ces considérations peuvent avoir un impact sur le potentiel de la région. Si l'anorthosite est effectivement reliée dans le temps aux gabbros et amphibolites du sud

du CT, il deviendrait important de vérifier si des traces de roches calcosilicatées et de marbres existent ailleurs que là où ils ont été cartographiés. Il serait aussi intéressant de vérifier si l'intense déformation qu'a subi le CT aurait pu susciter la remobilisation de sulfures vers des pièges physiques ou chimiques dans des niveaux inférieurs ou supérieurs aux horizons de roches calcosilicatées reconnus comme favorables.

Le patron magnétique relié à la masse de gabbro située au sud du lac des Augustines semble se prolonger vers le nord-est pour se rattacher lui aussi à l'anorthosite de Bouchette. Si cet horizon est contemporain du "ba" et qu'il est aussi en relation avec un horizon contenant des marbres et des roches calcosilicatées (voir la petite plage de roches calcosilicatées au sud du gabbro sur la figure 3), alors la zone identifiée comme (III) sur la figure 6 peut aussi contenir un potentiel zincifère.

Des déplacements, interruptions et alignements dans les patrons aéromagnétiques que l'on peut surtout observer sur la carte gradiométrique (figure 5) suggèrent la présence de plusieurs **linéaments sécants tardifs** importants. On remarque sur la figure 6 la présence d'au moins deux groupes de tels linéaments. Ceux du premier groupe sont orientés est-ouest tandis que ceux du second sont sud-est - nord-ouest. Ces deux orientations correspondraient approximativement aux orientations de deux cisaillements identifiés par Martignole et Pouget (1994, figure 2) dans la partie sud-ouest du CT. Par contre, il serait aussi possible de regrouper plusieurs linéaments de ces deux premiers types et d'y voir un troisième type définissant un système radial de linéaments qui convergent vers la zone occupée par la demi ouest de l'anorthosite de Bouchette. Ces linéaments sécants pourraient être utiles pour suivre l'extension de niveaux présentant un potentiel.

Des linéaments nord-sud sont aussi apparents sur la carte gradiométrique mais ils suivent les lignes de vol qui sont également nord-sud. Ils sont donc reliés à des imperfections dans le nivelage des données magnétiques.

POTENTIEL ZINCIFÈRE

À une centaine de kilomètres au sud du terrain de Cabonga (CT), plusieurs indices de zinc et de fer stratiformes ont été découverts dans la bordure ouest du terrain de Mont-Laurier (MLT), près de la MBBZ. Ces indices sont reliés à des roches carbonatées et calcosilicatées. Les minéralisations sont systématiquement associées aux marbres dolomitiques et elles présentent un lien constant avec des horizons d'orthoamphibolites qui sont probablement d'origine volcanique (Gauthier, 1983; page 79). Toujours selon Gauthier et Brown (1980a; page 59), la minéralisation zincifère, qui peut se présenter sous forme disséminée à semi-massive (jusqu'à 10% Zn) ou massive (jusqu'à 45% Zn), est essentiellement composée de sphalérite, pyrrhotine, pyrite, diopside, calcite, dolomie, forstérite et phlogopite. Elles sont recouvertes par un chapeau siliceux.

Latéralement, les sulfures zincifères passent à de minces niveaux de formation de fer à magnétite dont le protolithe est une roche à sidérite et graphite (Brown, 1982). Ces niveaux sont maintenant constitués d'assemblages de magnétite, de magnésite, de forstérite et de graphite. Ils sont caractérisés chimiquement par un enrichissement en magnésium ainsi que par la présence de traces de zinc et de cuivre. Ces petites formations de fer peuvent servir de guides pour identifier des zones contenant des gîtes zincifères. On peut les voir comme indicatrices de bassins de deuxième ordre pouvant, à leur tour, contenir des bassins de troisième ordre hôtes de minéralisations économiques (Gauthier et Brown, 1986; Gauthier, 1990).

Tous les gîtes de zinc ont subi les effets du métamorphisme et de la déformation. Ces mécanismes ont occasionné la recristallisation des sulfures et leur accumulation dans les nez de plis isoclinaux. Bien que le fer ait été transformé en magnétite, celle-ci n'a pas été mobilisée vers le nez des plis car elle forme des niveaux compétents qui se trouvent au coeur des marbres, donc incorporés dans des roches de même compétence (Brown, 1982).

Même si aucune minéralisation zincifère n'a été identifiée dans la région de Cabonga en date de la rédaction de ce rapport, cela ne veut pas dire que le potentiel pour ce type de gîte est nul. Il faut se rappeler qu'avant que Gauthier ne débute ses travaux dans la région de

Maniwaki-Gracefield, vers la fin de années 1970, seulement trois minéralisations zincifères étaient connues. En date de 1982, leur nombre était rendu à quatorze (Gauthier, 1983). Outre les travaux de cartographie de Gauthier qui lui ont permis de déceler six nouveaux indices, ceux des compagnies minières et d'un prospecteur en ont révélé cinq autres. Ainsi, on a plus que quadruplé le nombre d'indices zincifères connus dans la région en moins de cinq ans. Un tel succès qui appui l'idée que <<l'on trouve ce que que l'on cherche>> ne peut que nourrir l'espoir pour la région de Cabonga.

Toujours selon Gauthier et Brown (1980b), la géochimie peut jouer un rôle important dans la recherche d'indices zincifères de type SEDEX. Deux des quatre indices attribuables aux travaux des compagnies ont été découverts en retracant l'origine d'anomalies géochimiques. Ces mêmes auteurs recommandent fortement d'utiliser les sédiments de ruisseau comme première approche suivie de géochimie des sols sur les zones anormales (Gauthier et Brown, 1980a).

Bien que les travaux de cartographie de Gauthier et de Brown se limitent surtout au secteur de Maniwaki, ceux-ci ont tout de même illustré et commenté sommairement certaines anomalies de zinc mises en évidence dans la région à l'est du réservoir Cabonga par les travaux de Kelly et al. (1972). Ces anomalies pourraient, selon eux, indiquer la présence d'un potentiel zincifère (Gauthier et Brown, 1986, 1980a et b).

Plus récemment, Nantel et Choinière (1994), dans leur rapport sur les signaux indicateurs géochimiques pour la recherche de gîtes de Cu-Co dans la partie sud de la province de Grenville, attirent l'attention sur 64 sites contenant des teneurs anormales en Co dans la région de Cabonga. Ce même rapport contient aussi le commentaire suivant concernant la région de Labelle située dans le terrain de Mont-Laurier: "La probabilité de trouver au nord de Labelle, d'autres gîtes de type exhalatif minéralisés en Cu-Co, mais aussi en Zn, pourrait être plus grande, d'autant plus que de nombreux gisements de Cu-Co à travers le monde sont situés dans des provinces, ou des ceintures, réputées pour leur gisements de Zn, comme celui de Mount Isa en Australie." Ainsi, il serait permis de spéculer que les anomalies de Cu-Co décelées dans la région de Cabonga suggèrent indirectement l'existence d'un potentiel zincifère.

Considérant que beaucoup d'informations ont été

accumulées sur la caractérisation des gîtes de zinc de type SEDEX depuis vingt (20) ans, plusieurs critères pouvant servir pour la recherche de ce type de gîte ont été dégagés de quelques rapports et articles pertinents. La priorité a porté sur les critères qui pourraient avoir un impact sur la signature géochimique générale. Ces critères permettent de choisir pour cette étude certains traceurs (éléments majeurs et traces) parmi les 45 variables disponibles dans la nouvelle base de données. Des critères pouvant avoir un effet sur la signature magnétique ont aussi été retenus.

Ainsi, le tableau 1 présente une liste, non exhaustive, de caractéristiques qui peuvent servir de critères de recherche d'environnements de type SEDEX allant de l'échelle régionale à locale. Ces caractéristiques sont aussi classées selon un système empirique comprenant trois niveaux d'importance. Ces niveaux sont: essentiel, favorable ou permissif.

Selon cette classification à trois niveaux proposée par l'auteur, un critère essentiel doit absolument être associée à une cible pour qu'on lui accorde une première importance (ex: teneurs élevées en Mg indiquant la présence de dolomies ou de marbres dolomitiques reliés à un contexte exhalatif proximal). Un critère favorable suggère qu'une cible est associée à un contexte propice ou opportun (ex: teneurs élevées en Fe suggérant que la cible peut être associée à des formations de fer mises en place dans un environnement exhalatif distal). Dernièrement, un critère permissif ne vient ni confirmer ni infirmer une cible. Il indique davantage le développement de conditions pouvant favoriser l'exhalaison de solutions riches en métaux dans un milieu sédimentaire (exemple spéculatif: enrichissement en U et T.R. suggérant la présence de roches alcalines intrusives mises en place le long d'une ligne de rift qui aurait pu servir de conduits d'exhalaison. Notons ici par contre que quelques indices uranifères stratiformes de la région de Bancroft en Ontario semblent s'être formés selon Haynes (1990) dans un environnement sédimentaire correspondant au type Sabkha).

Contrairement à certaines classifications binaires proposées ces dernières années dans la littérature portant sur l'évaluation du potentiel minéral (critère nécessaire vs suffisant; essentiel vs permissif, etc), cette classification ternaire privilégiée par l'auteur fait une place à des critères intermédiaires qui sont plus importants que permissifs sans être essentiels.

Les éléments indicateurs identifiés au tableau 1 et qui sont disponibles dans la nouvelle base de données correspondent à environ le tiers des éléments dosés. Cette fourchette d'indicateurs qui contient à la fois des éléments majeurs et des éléments traces, est formée des dix-huit variables suivantes: As, B, Ba, Br, Ca, Cd, Ce, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Sr, U, Zn. Ces variables permettront de dégager des cibles multiéléments reliées probablement à des critères géochimiques indicateurs de contextes exhalatifs de type SEDEX. L'ensemble de ces cibles, leur distribution et leur importance (intensité et étendue) permettront de se faire une idée du potentiel zincifère de la région.

ÉCHANTILLONNAGE

Le prélèvement des échantillons dans la région de Cabonga fut effectué en 1970 sous la direction de R.W. Kelly assisté de J. Gilbert, technicien en ressources minérales. Les échantillons de sédiments alluvionnaires furent prélevés à tous les 1500 pieds le long de la majorité des ruisseaux de la région. Des sources, des ruisseaux intermittents ainsi que des ruisseaux n'apparaissant pas sur les cartes topographiques furent également échantillonnés. Des mesures particulières furent adoptées pour éviter de contaminer les échantillons lors du prélèvement et de toutes les étapes subséquentes.

Les échantillons furent préparés pour l'analyse en les séchant d'abord à l'air libre, puis en les tamisant pour ne conserver que la fraction inférieure à 177 microns. Les échantillons furent alors expédiés aux laboratoires du Centre de Recherches Minérales pour analyse, puis furent retournés à la division de la géochimie qui les a conservés dans sa banque d'échantillons jusqu'à ce qu'ils soient réanalysés en 1992-93.

LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS

Lors de la première publication (Kelly et al., 1972), les échantillons furent localisés sur des cartes à l'échelle de 1:63 000 (1 mille au pouce). Ces cartes présentent un fond hydrographique ainsi que le réseau routier de l'époque. Les sites de prélèvement y sont identifiés à l'aide du numéro d'échantillon correspondant. Les cartes

Tableau 1 : Liste de quelques critères essentiels (E), indicateurs (I) et permissifs (P) pouvant aider à discriminer des contextes de type SEDEX et définition des principaux éléments indicateurs qui leur sont associés. Cette liste n'est pas exhaustive.

CRITÈRE	NATURE	ÉLÉMENTS INDICATEURS	EXPRESSION - minérale - magnétique *	SOURCE
Possibilité d'une succession de bassins de sédimentation d'importance décroissante (secondaires, de l'ordre de dizaines de kilomètres et tertiaires, de l'ordre du kilomètre) et de spécialisation métallogénique croissante.	I - P		*	Klau et Large, 1980 Brown, 1982 Gauthier, 1983
Ceinture de 10 à 15 km de large contenant des sédiments riches en carbonates, principalement calcaireux.	E	Ca	* CaCO ₃	Brown, 1982
Roches alcalines intrusives (granitoïdes, pegmatites) le long de la ligne de rift et contenant des éléments indicateurs caractéristiques.	P	U-Th, Mo, F, Fe, B, T.R.		Gauthier et Brown, 1980 Currie, 1976 Brunet et Martignole, 1995
Formations de fer (jusqu'à 70% de magnétite), qui sont les équivalents stratigraphiques latéraux des dépôts stratiformes de zinc, dans une ceinture de 10 à 15 km de large. Quantités variables de pyrite, pyrrhotine et de chalcopyrite associées aux formations de fer.	I	Fe, Mn, Ni, Cu, Co	magnétite * sidérite pyrite et pyrrhotine chalcopyrite	Brown, 1982 Gauthier et Brown, 1986
Unités volcaniques mafiques (amphibolites) sousjacentes ou intercalées avec les minéralisations de Zn et de Fe.	E - I	Fe, Ni, Co	minéraux mafiques *	Gauthier, 1983
Marbres calciques et des sections locales de marbres dolomitiques plus résistants pouvant avoir une meilleure expression topographique.	E - I	Mg, Ca	CaCO ₃ et MgCO ₃	Gauthier et Brown, 1980 a
Unité supérieure de quartzites (chapeau) près des sources exhalatives.	I	Si	gneiss	Gauthier et Brown, 1980 a

Tableau 1 : (suite)

CRITÈRE	NATURE	ÉLÉMENTS INDICATEURS	EXPRESSION minérale magnétique *	SOURCE
Halo d'apatite associé aux horizons dolomitiques près de la source exhalative	I	P	apatite	Gauthier, 1983 Hite, 1978
Graphite (jusqu'à 20%) dans les lits à prédominance de magnétite. Ce graphite serait un résidu de transformation de sidérose.	P	C, Fe, Mn,	graphite magnétite *	Brown, 1980
Auréoles anomales positives en manganèse autour de plusieurs gisements de type SEDEX	I	Mn		Pouit, 1984 Gwasdz et Krebs, 1977
Coticules et tourmalinites interprétés comme des équivalents métamorphiques de séquences exhalatives sous-marines	I	Fe, Mn, Cu, Ni, B	grenat, tourmaline magnétite, pyrite, pyrrhotine, chalcopyrite	Slack, 1993 Nantel, 1994 a, b
Minéraux lourds indicateurs de gîtes polymétalliques en milieu métamorphique	I	Zn, Mn	gahnite grenat manganésifère	Nantel et Choinière, 1994 Lalonde, 1994
Minéralisation massive en zinc qui se présente depuis la zone de transition entre les métaclastites de l'unité basale jusque dans les marbres dolomitiques de l'unité intermédiaire. Les marbres ont été métamorphisés en roches calcosilicatées et contiennent des minéraux de type skarn	E	Mg, Fe Zn, Pb, Cd	assemblage de type skarn, gneiss et dolomies	Gauthier, 1983 Gauthier et Brown, 1980a
Plus la minéralisation est riche en métaux de base moins l'altération supergène influencant la formation d'anomalies géochimiques sera intense car l'acide provenant de l'oxidation de la pyrite et de la pyrrhotine sera moins abondante pour mobiliser les métaux de base.	I	métaux de base (teneurs atténuées)		Pouit, 1984
Minéraux d'altération du cuivre associées aux amphibolites sous-jacentes	I	Cu	malachite	Gauthier, 1983

Tableau 1 : (suite)

CRITÈRE	NATURE	ÉLÉMENTS INDICATEURS	EXPRESSION minérale magnétique *	SOURCE
Minéralisation massive en métaux de base (jusqu'à 45% de Zn) dans les nez de plis isoclinaux; minéralisation disséminée à semi-massive dans de minces lits parallèles aux contacts	E - I	Zn, Cd, Pb, Mn	*	Gauthier et Brown, 1980
Les sédiments proximaux d'origine hydrothermale déposés rapidement sont immatures et présentent des variations extrêmes dans le rapport Fe/Mn ainsi que dans leur contenu en Si et Fe . Une fois métamorphisés, ces sédiments sont porteurs d'amphiboles (ex : anthophyllite)	I	Fe, Mn, Si		Toth, 1980 Hoffman, 1994
Les sédiments distaux d'origine hydrothermale ont été déposés plus lentement en milieu de sédimentation marin et présentent des rapports Fe/Mn plus constants et des teneurs plus élevées en métaux traces assimilés de l'eau de mer. Une fois métamorphisés, ces sédiments (coticules) se présentent comme porteurs de grenats manganésifères.	I	Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Co	grenats	Toth, 1980 Hoffman, 1994
Il y a une différenciation importante entre les rapports Co/Zn dans les exhalites versus les sédiments marins. Le rapport se maintient près de 0,15 dans les exhalites en opposition à 2,5 dans les sédiments	P	Co, Zn		Toth, 1980 Hoffman, 1994
Appauvrissement en Ce dans les exhalites versus les sédiments donnant un rapport La/Ce plus élevé dans les premières que les derniers (r = 2,8 vs r >1,0 respectivement)	I - P	Ce, La		Toth, 1980 Hoffman, 1994
Changements abrupts (tectoniques) dans l'alimentation en Si, Fe, Mn, S et métaux de base entraînant des changements dans l'environnement physico-chimique se reflétant par des transitions de quartzites, formations de fer et sulfures massifs	I - P	Si, Fe, Mn, S, Cu, Zn, ...	quartzites gneiss à grenat sulfures	Hoffman, 1994

Tableau 1: (suite)

CRITÈRE	NATURE	ÉLÉMENTS INDICATEURS	EXPRESSION minérale magnétique *	SOURCE
Enrichissement en Fe, Mg, Cu, Co, dans les amphibolites et en Mn, Pb, Ba, Ca, P dans les horizons grenatifères	P	Fe, Mg, Cu, Co Mn, Pb, Ba, Ca, P	Amphiboles grenats	Hoffman, 1994
Les sédiments distaux sont contaminés par du matériel détritique et présentent un enrichissement en plusieurs éléments	P	Al, Ti, Zr, Y, Cr, V, Ni, Nd		Hoffman, 1994
D'autres éléments traces souvent associés aux gîtes zincifères stratiformes d'origine sédimentaire	I	Ba, Sr, As, Sb	barytine célestine arsénopyrite	Boyle, 1974

publiées par Gagnon (1984) contiennent aussi les sites d'échantillonnage localisés sur un fond topographique à l'échelle de 1/125 000; mais elles ne fournissent pas les numéros d'échantillons.

Comme ces premières publications identifient et localisent les sites d'échantillonnage, nous ne repèterons pas cette information. Si une localisation plus fine des échantillons est requise, il sera possible d'utiliser les deux feuillets de localisation faisant partie de la série de cartes B-1113 accompagnant le rapport original de Kelly et al. (1972) ou les données brutes qui fournissent les coordonnées UTM.

Les figures géochimiques ponctuelles 8 à 25 de l'annexe 2 du présent rapport localisent les échantillons sur un fond hydrographique et routier simplifié à l'échelle de 1/250 000. Ces figures permettent donc d'apprécier la densité et la distribution des échantillons sur le territoire et, conséquemment, la représentativité de l'échantillonnage. On remarque immédiatement sur ces figures, que la **densité moyenne** de l'échantillonnage est de l'ordre de un (1) échantillon par kilomètre carré. On observe aussi quelques trous importants dans la couverture. L'influence de ces trous, pouvant atteindre une trentaine de kilomètres carrés, doit être évaluée si des anomalies tombent sur leur périphérie.

ANALYSES

Les échantillons ont été analysés au Centre de recherches minérales du ministère de l'Énergie et des Ressources en 1991-92 pour une série de 45 éléments. Une première prise de 1 g, a été utilisée pour faire **une analyse partielle** comprenant un premier bloc de 35 éléments. Cette prise, qui a subi une attaque à l'acide nitrique chaud après calcination, a servi à la détermination de la perte au feu (PF) et au dosage, par émission atomique au plasma des paramètres suivants: Ag, Al, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Eu, Fe, Ga, Ge, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sc, Sm, Sr, Th, Ti, V, Y, Zn, Zr.

Une deuxième prise de 5 g, fut utilisée pour effectuer **une analyse totale**, par activation neutronique. Neuf (9) autres éléments furent ainsi dosés. Ce sont: As, Au, Br, Cs, Sb, Se, Tm, U, W.

Parmi les dix-huit (18) éléments indicateurs retenus et

spécifiés à la section précédente, onze (11) sont entièrement nouveaux et n'apparaissaient pas dans les premières publications du levé (Kelly et al., 1972; Gagnon, 1983). En ce qui concerne les sept (7) autres éléments (Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mn, et U), nous présentons ici des nouvelles données exemptes des problèmes analytiques qui ont influencé à la hausse certains dosages pour Co, Cu, Ni et Pb.

Les nouvelles données pour les trois autres éléments, Ag, Mo, et Sb, que l'on trouve dans Kelly et al., (1972) ne sont pas présentées dans ce rapport pour deux raisons. Premièrement, ces éléments ne se sont pas classés parmi les meilleurs indicateurs. Deuxièmement, leurs limites de détection analytique sont trop élevées et on ne perçoit que quelques teneurs anormales très ponctuelles difficiles à interpréter dans leur contexte.

Il est déconseillé de se référer aux anciennes données pour deux de ces trois éléments car les méthodes analytiques utilisées, au début des années 1970, n'étaient pas adéquates. Les progrès effectués dans le domaine des méthodes analytiques ont mis en relief un phénomène d'absorbance non spécifique qui a contribué à gonfler substantiellement les résultats pour Ag et Sb. Cette absorbance est reliée directement à la présence de nombreux autres éléments en solution qui ont occasionné une augmentation de l'absorption de lumière aux longueurs d'ondes choisies.

Parmi les éléments qui n'ont pas été retenus pour cette étude, dix-sept (17) peuvent fournir une information utile. Ces éléments sont : Al, Au, Cr, Eu, Ge, K, La, Li, Na, Sb, Sc, Sm, Ti, Th, V, Y et Zr. Les résultats pour ces éléments sont donc diffusés dans une publication complémentaire (MB 96-???) contenant des informations ponctuelles seulement.

STATISTIQUES

Des statistiques de base furent calculées pour caractériser les données contenus dans le fichier de 4600 échantillons traité pour ce rapport. Le tableau 2 fournit plusieurs paramètres descriptifs, pour chacune des 18 variables choisies, sans égard à la forme de la distribution. Pour obtenir la teneur en ppm de certains éléments, les chiffres fournis dans ce tableau doivent être multipliés par le

facteur indiqué. La teneur minimum, pour tous les éléments, correspond à la limite de détection analytique.

Une matrice de corrélation fut calculée à partir d'une population globale de 4495 échantillons ayant des données analytiques pour les dix-huit (18) éléments sélectionnés. Cette matrice (Tableau 3), malgré la multimodalité de la base de données, met en relief des corrélations significatives entre plusieurs des éléments choisis comme indicateurs de contextes de type SEDEX. Le meilleur coefficient ($r=0,78$) correspond au couple Sr/Ca. Le diagramme de corrélation justifie ce coefficient. Quatre autres couples (Ca/Ba, Sr/Ba, Mn/Co et As/Pb) ont des coefficients dont la valeur est plus grande que 0,70 et cinq autres (P/Mg, Zn/Ba, Zn/Mg Br/Pb et Br/As) dont la valeur excède 0,60. Les diagrammes de corrélation de ces dix (10) couples sont illustrés à la figure 7. La bonne corrélation observée entre plusieurs paires du groupe Mg, Ca, Sr et Ba n'est pas surprenante car ces éléments, classés dans la même colonne du tableau périodique, ont un comportement géochimique similaire. Ce sont des éléments communément associés à divers minéraux carbonatés. Ce sont aussi de bons indicateurs de contextes SEDEX. On doit remarquer cependant la moins bonne corrélation du couple Ca/Mg ($r=0,46$) qui suggère des différences de distribution sur le territoire. Les autres paires d'éléments présentent des associations prévisibles dans des contextes minéralisés. Les associations Zn/Mg et Zn/Ba sont particulièrement intéressantes.

Voici deux caractéristiques observées sur les diagrammes de corrélation :

- a) La distribution des points devient diffuse dans les hautes teneurs indiquant que les liens entre éléments sont plus erratiques dans les teneurs anormales. Cette observation fait-elle apparaître une différence de comportement d'une part entre les milieux de gneiss divers et de roches calcosilicatées (bonne corrélation) et d'autre part les contextes d'exhalaison (corrélations plus erratiques à proximité des marbres, dolomies, amphibolites, pegmatites, tourmalinites, formations de fer, minéralisations zincifères où l'on prévoit trouver des teneurs plus élevées)?
- b) La distribution est asymétrique pour plusieurs paires d'éléments (Sr/Ca, Ba/Ca, Ba/Sr, ...) indiquant qu'il existe une teneur minimum d'une variable en fonction de la teneur d'une autre mais que l'inverse n'est pas nécessairement vrai. Ainsi, on remarque dans le cas d'un échantillon contenant une teneur en brome de 40 ppm

que sa teneur en arsenic a très peu de chances d'être supérieure à 23 ppm. Est-ce que ces liens imprévus suggèrent l'existence de synergies influençant le comportement de certains éléments en relation avec la composition des échantillons et la nature du milieu?

Des essais, dont les résultats ne sont pas présentés, furent effectués pour vérifier s'il était possible d'améliorer sensiblement la corrélation entre éléments dans certains secteurs de la région d'étude. Un premier essai correspond à la ceinture contenant les teneurs anormales dans le sud de la région (860 échantillons). Cette ceinture correspond aussi à la zone apparemment la plus favorable pour les gîtes de type SEDEX. Le deuxième essai s'applique à la zone du nord-ouest qui contient l'anorthosite de Bouchette (1400 échantillons). Malgré les nombreuses petites minéralisations connues dans cette région, le bruit de fond géochimique et les signaux y sont plus faibles. Les matrices de ces sous-populations ont permis de constater l'homogénéité du comportement géochimique des dix-huit (18) éléments dans la région de Cabonga. Bien qu'il existe certaines variations dans les coefficients, celles-ci excèdent rarement 0,15 vers le haut ou le bas. L'allure générale des diagrammes de corrélation est la même qu'à la figure 7.

Une analyse factorielle a été effectuée pour déceler des relations inter-éléments qui pourraient s'avérer utiles lors de l'interprétation des données ou encore lors du choix de cibles à prospecter. Cette analyse (tableau 4) a dégagée six (6) facteurs. Mais compte tenu l'étendue du territoire échantillonné qui favorise la multimodalité des données et la variété dans les associations interéléments, l'analyse factorielle n'a pas discriminé des facteurs marquants susceptibles de simplifier l'interprétation. Certains facteurs peuvent être reliés plus facilement à des contextes ou situations tandis que d'autres nécessitent un effort d'imagination.

Le premier facteur regroupe 11 des 18 éléments choisis comme indicateurs de contextes de gîtes zincifères de type SEDEX (Ba, Ca, Ce, Cu, Fe, Mg, P, Pb, Sr, Zn, Br; facteur > 0,60). Ce facteur, comme la matrice de corrélations, suggère qu'il existe dans l'ensemble des liens inter-éléments importants. On remarque que tous ces éléments, sauf pour le Ba, Pb et Zn qui sont des indicateurs directs de la présence de minéralisation zincifère, seraient d'avantage des indicateurs de contextes d'exhalaison. Les deux éléments affichant les indices les

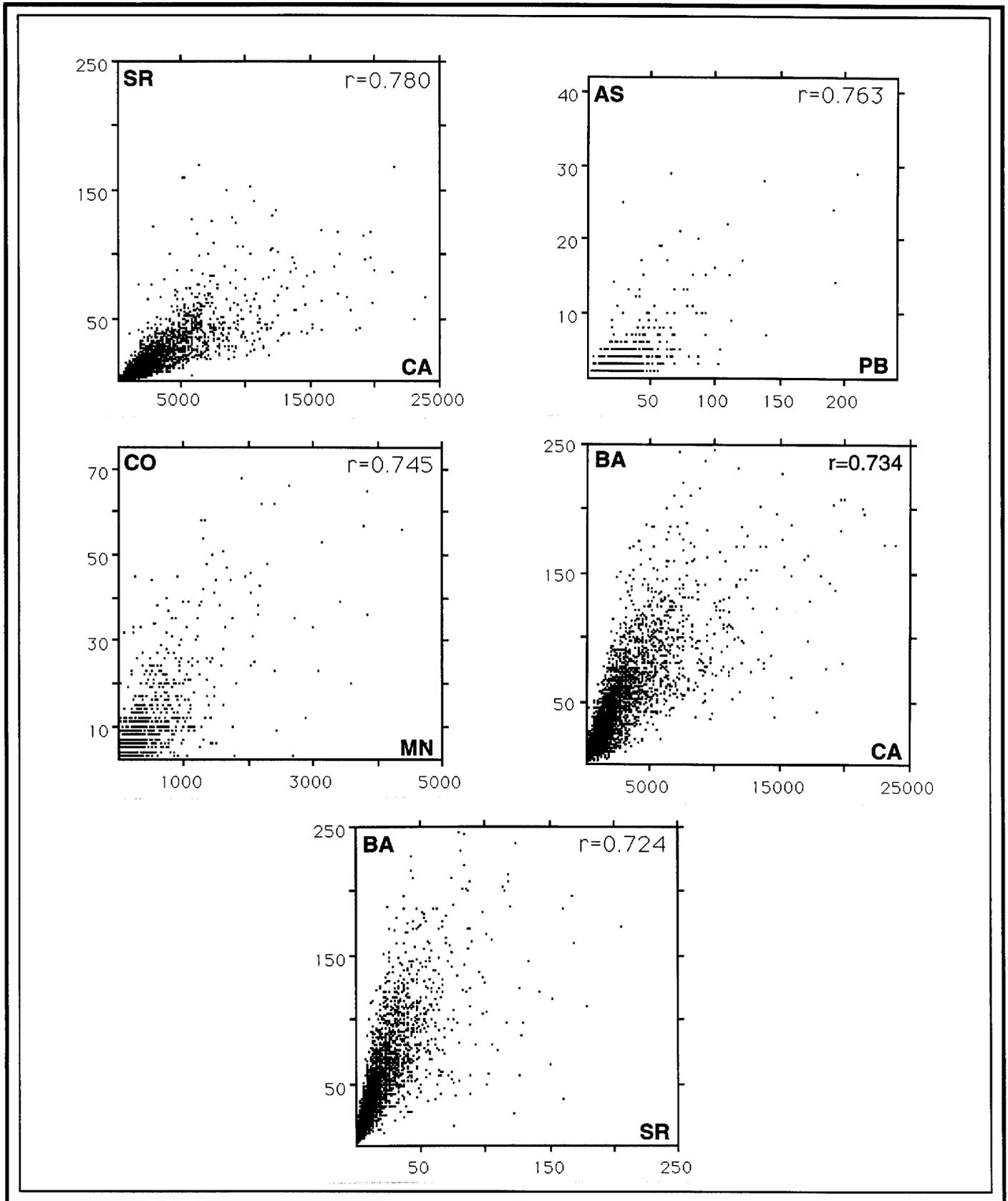


Figure 7a: Diagrammes de corrélation pour les couples d'éléments présentant les meilleurs coefficients au tableau 3. (Teneurs en ppm)

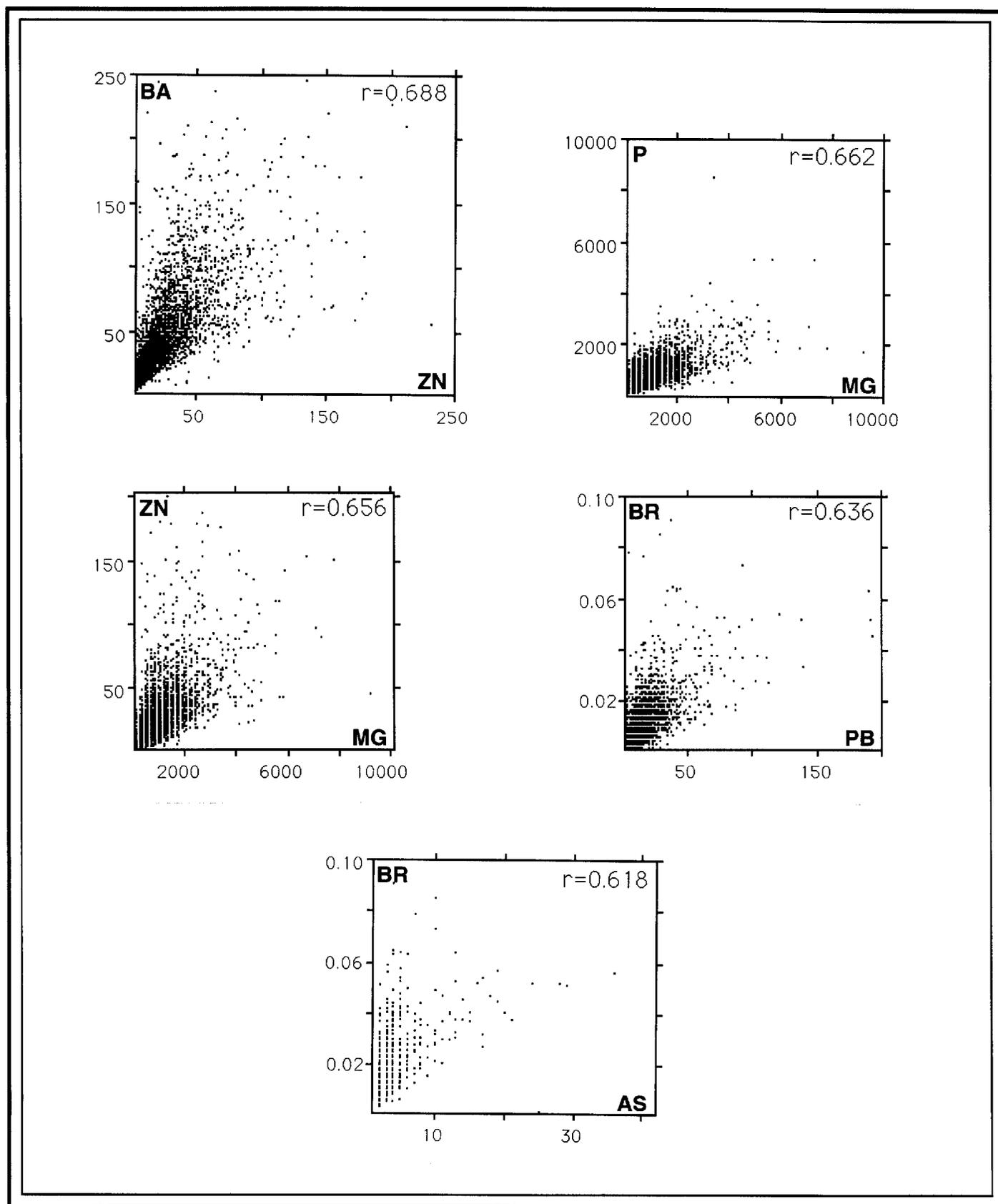


Figure 7b: Diagrammes de corrélation pour les couples d'éléments présentant les meilleurs coefficients au tableau 3. (Teneurs en ppm)

Tableau 4: Analyse factorielle sans rotation.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
B	.466	-.198	.225	.448	-.165	.43
BA	.821	-.271	.085	.078	.109	-.025
CD	.215	-.209	.505	-.338	.531	-.156
CA	.723	-.507	.15	.206	.021	.154
CE	.624	-.25	-.145	-.083	-.051	-.492
CO	.537	.563	-.18	.26	.398	-.045
CU	.718	-.059	-.209	-.285	.052	-.057
FE	.726	.35	-.196	.08	-.15	.028
MG	.685	-.073	-.44	-.182	-.12	.157
MN	.548	.466	-.108	.443	.377	-.114
NI	.46	.048	-.232	-.404	.287	.475
P	.707	-.137	-.289	-.139	-.19	-.04
PB	.619	.424	.433	-.256	-.196	-.06
SR	.617	-.498	.259	.149	.12	.033
ZN	.837	.049	-.016	-.131	.05	.104
AS	.587	.51	.381	-.057	-.315	-.029
BR	.76	.154	.307	-.033	-.154	-.019
U	.55	-.319	-.204	.201	-.119	-.326
Var l'ance expliquée	.166	.122	.075	.064	.054	.041

Tableau 5 : Percentiles et teneurs correspondantes ayant servi à définir les 8 classes représentées sur les figures géochimiques de données ponctuelles.

Percentiles (ppm) +								
Élément	Facteur	0.25	0.50	0.75	0.85	0.95	0.98	0.99
A S		1.00	1.00	2.00	2.00	4.00	6.00	9.00
B		4.01	4.01	4.02	4.03	4.03	5.00	6.01
BA		22.02	34.01	56.06	72.05	112.04	145.06	179.00
BR	.001	4.02	7.02	12.02	16.01	26.02	36.02	44.02
CA	100	10.05	16.08	28.06	40.03	70.02	105.08	137.08
CD	0.10	2.00	2.01	2.01	2.02	3.00	5.00	8.00
CE		10.23	15.16	24.21	32.16	54.10	86.18	110.03
CO		2.05	2.10	3.02	6.03	14.00	26.01	39.03
CU		5.02	8.02	11.01	14.00	21.02	28.00	35.02
FE	100	22.15	37.04	63.16	87.03	144.06	211.02	262.13
MG	100	4.02	7.02	11.02	15.02	23.02	32.02	40.02
MN		28.39	44.82	110.56	214.63	663.81	1123.95	1655.30
NI		3.07	5.07	7.06	9.06	14.01	19.03	23.02
P		457.36	681.29	992.85	1213.53	1651.66	2151.45	2654.49
PB		6.02	10.03	16.01	21.02	34.03	50.04	65.00
SR		7.05	11.04	19.01	27.06	47.07	68.07	89.00
U	0.10	8.04	11.04	14.04	17.04	25.04	35.04	47.04
ZN		10.06	17.06	30.02	40.02	66.06	91.05	118.00

+ Pour obtenir la teneur en ppm au percentile choisi, il faut multiplier la teneur par le facteur indiqué .

plus élevés dans ce facteur sont Zn (0,837) et Ba (0,821). Curieusement, le cadmium semble avoir peu d'affinité avec ce facteur. La limite de détection analytique élevée de cet élément a peut-être influencé défavorablement l'évaluation de sa participation au facteur. Si on se réfère à la figure 44 et au tableau 7, on peut aussi observer que les signaux de cet élément ont plus tendance à se juxtaposer plutôt que de se superposer aux signaux des autres éléments.

Le deuxième facteur pourrait être associé à des environnements de sédimentation distaux dans des contextes d'exhalaison ou encore avec un autre type de contexte loin des marbres et des roches calcosilicatées. Il se définit par une association Co, Mn, Pb, As (facteur > 0,400) en opposition avec Ca et Sr (facteur < - 0,400).

Le facteur trois (3) surprend en raison du contraste imprévu qu'il présente. Il pourrait comme le facteur deux (2) être relié à un milieu d'exhalaison un peu plus distal en raison de l'opposition avec Mg. Ce facteur est constitué d'une association Cd, Pb (facteur > 0,400) en opposition avec Mg (facteur = - 0,440). Le plomb était aussi en opposition avec le Ca dans le facteur précédent.

Le facteur quatre, qui regroupe B et Mn (facteur > 0,400) s'opposant à Ni (facteur < - 0,404), suggère la présence de tourmalinites en s'éloignant peut-être des amphibolites.

En guise de conclusion à cette section sur les statistiques (correlations et analyse factorielle), les traitements confirment l'existence de relations entre plusieurs des éléments choisis. Le résultat de l'analyse factorielle n'a pas permis d'identifier un facteur marquant permettant de réduire avec assurance le nombre des éléments indicateurs. Nous laisserons donc à l'utilisateur la liberté de choisir un des facteurs pour interpréter certains signaux.

LA PRÉSENTATION DES DONNÉES

Deux séries complémentaires de figures géochimiques sont livrées avec ce rapport. La première série, à l'échelle de 1/250 000, présente une information ponctuelle en noir sur fond blanc. La deuxième, à l'échelle de 1/500 000, illustre la distribution des teneurs

sous forme de plages d'isoteneurs en couleur. La première série facilite l'évaluation et l'interprétation des données ponctuelles tout en permettant de concevoir et de vérifier des hypothèses concernant les dispersions géochimiques et leur source probable. La deuxième série présente une image globale de la distribution de chacun des éléments sur le territoire. Pour faciliter la localisation des sites d'échantillonnage et des zones d'intérêt, les réseaux routier et hydrographique simplifiés et des points repères pour les coordonnées UTM sont fournis.

a) Les figures d'information ponctuelle

Les présentations ponctuelles (figures 8 à 25 ; annexe 2) fournissent pour chacune des variables une information semi-quantitative sur la teneur mesurée à chacun des sites d'échantillonnage. Pour faciliter leur lecture et leur publication avec ce rapport, ces figures ont été divisées en deux sections. L'information géochimique est présentée à l'aide de symboles dont l'intensité visuelle varie directement avec la teneur. En général, le champ des teneurs (écart entre la limite de détection et la teneur maximum) pour chacun des éléments a été subdivisé en huit classes de percentiles. Ces classes sont les mêmes pour tous les éléments. Les classes en percentiles accompagnées des teneurs correspondantes en ppm sont présentés au tableau 5.

Chacune des figures est accompagnée d'un histogramme arithmétique de distribution des fréquences des intervalles de teneurs et de paramètres statistiques descriptifs. Cette information facilite le choix de seuils adaptés aux besoins et aux contextes.

b) Les figures d'isoteneurs en couleur

Les figures en couleur (figures 26 à 43; annexe 3) ont été préparées à l'aide des programmes MacGéos et MacCouleur du ministère. La méthode d'interpolation utilisée pour générer les mailles est la moyenne roulante. Cette méthode simple, bien connue et facile d'usage est parmi les préférées des géochimistes. Le champ de recherche utilisé pour fin d'interpolation est de 12 km, le nombre minimum de voisins est de 4 et la taille approximative de la cellule est de 300 m.

Les données sont représentées avec 16 classes aux couleurs distinctives. Aucun seuil n'a été choisi afin d'éviter de biaiser l'information. Les classes inférieures sont définies par des bonds de 10 dans les percentiles tandis que les classes supérieures ont des écarts de percentiles de plus en plus rapprochés. Cette diminution dans les écarts met en évidence les teneurs élevées conçues comme intéressantes. Par contre, ce mode de présentation attire aussi l'attention sur des signaux moins spectaculaires dans des zones caractérisées par un bruit de fond plus faible. Il entraîne aussi notre regard sur des zones d'anomalies négatives qui parfois présentent autant d'intérêt que les anomalies positives. À moins d'un choix différent, justifié par un problème d'esthétique ou de clarté d'une figure, la relation entre une couleur et son niveau de percentile inférieur est constante. Les données maillées ont été adoucies à l'aide d'un algorithme de filtrage conique.

Le tableau 6 présente les teneurs pour tous les éléments aux percentiles choisis. Il permet de comprendre pourquoi il n'y a pas 16 classes pour certains éléments.

Toute présentation bidimensionnelle de données unidimensionnelles localisées irrégulièrement dans l'espace requiert une, sinon plusieurs, transformations mathématiques. Elle s'éloigne donc de la réalité fournie par la donnée ponctuelle. Ainsi, la représentation des données de levés de sédiments de ruisseau à l'aide de contours peut entraîner l'utilisateur sur des fausses pistes. C'est pourquoi il est très important, lors de l'interprétation de l'information géochimique, de toujours utiliser la présentation ponctuelle des données avec les contours.

OBSERVATIONS

a) Synthèses par groupes d'éléments

Les deux modes de présentation des données décrits ci-haut (présentation ponctuelle et contours en couleurs) permettent d'observer, pour une même variable, la distribution régionale des basses et des hautes teneurs tout comme la distribution de certains signaux d'intérêt.

Par contre, la quantité d'information disponible permet difficilement de discriminer, d'un simple coup d'oeil, toutes les cibles d'intérêt définies par une seule variable. En plus, cette difficulté augmente très rapidement avec le nombre d'éléments.

Pour accéder à une telle vision, quatre figures synthèse multi-éléments furent préparées à l'échelle de 1/500 000. Ces figures d'information réduite présentent des vues d'ensemble des signaux pour les groupes d'éléments suivants:

- 1) Zn - Cd - P - B (figure 44)
- 2) Mg - Br - Ba - As - Cu (figure 45)
- 3) Pb - Ni - Co - Mn - Fe (figure 46)
- 4) Ca - Sr - U - Ce (figure 47)

Le nombre d'éléments dans chacun des groupes a été restreint à quatre (4) ou cinq (5) pour les fins du graphisme et de l'esthétique. Certaines associations communes d'éléments ont été conservées mais il a été nécessaire, de séparer plusieurs éléments tels que Ca, Mg, Ni et Zn qui présentent des grandes plages de teneurs élevées. Ces plages qui se masquaient les unes les autres nuisaient à la clarté des synthèses. Ainsi, les quatre groupes d'éléments ne proposent pas quatre associations observées dans la région de Cabonga. L'utilisateur qui désire vérifier des combinaisons différentes d'éléments peut le faire très rapidement en transférant pertinente sur des transparents.

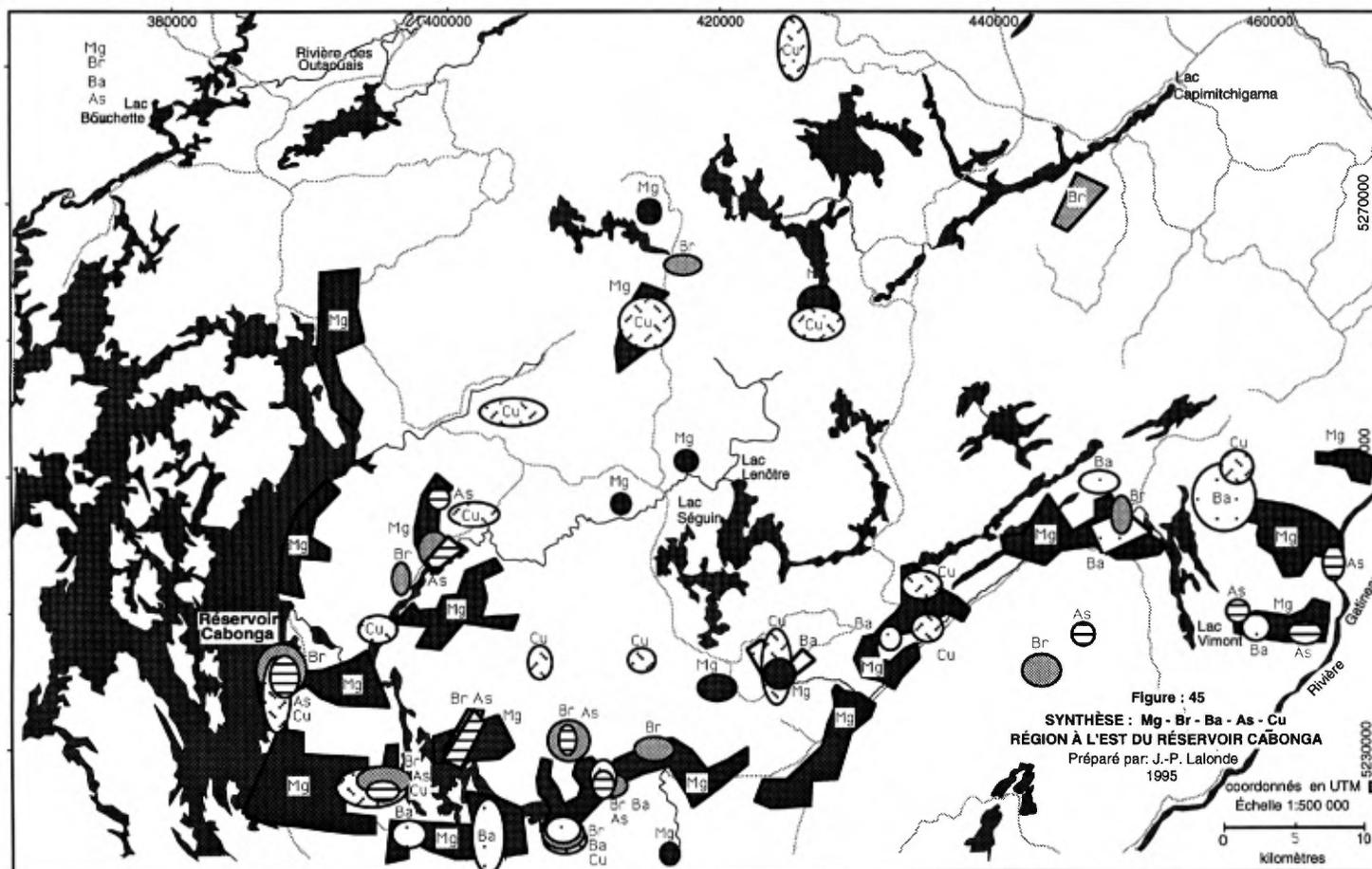
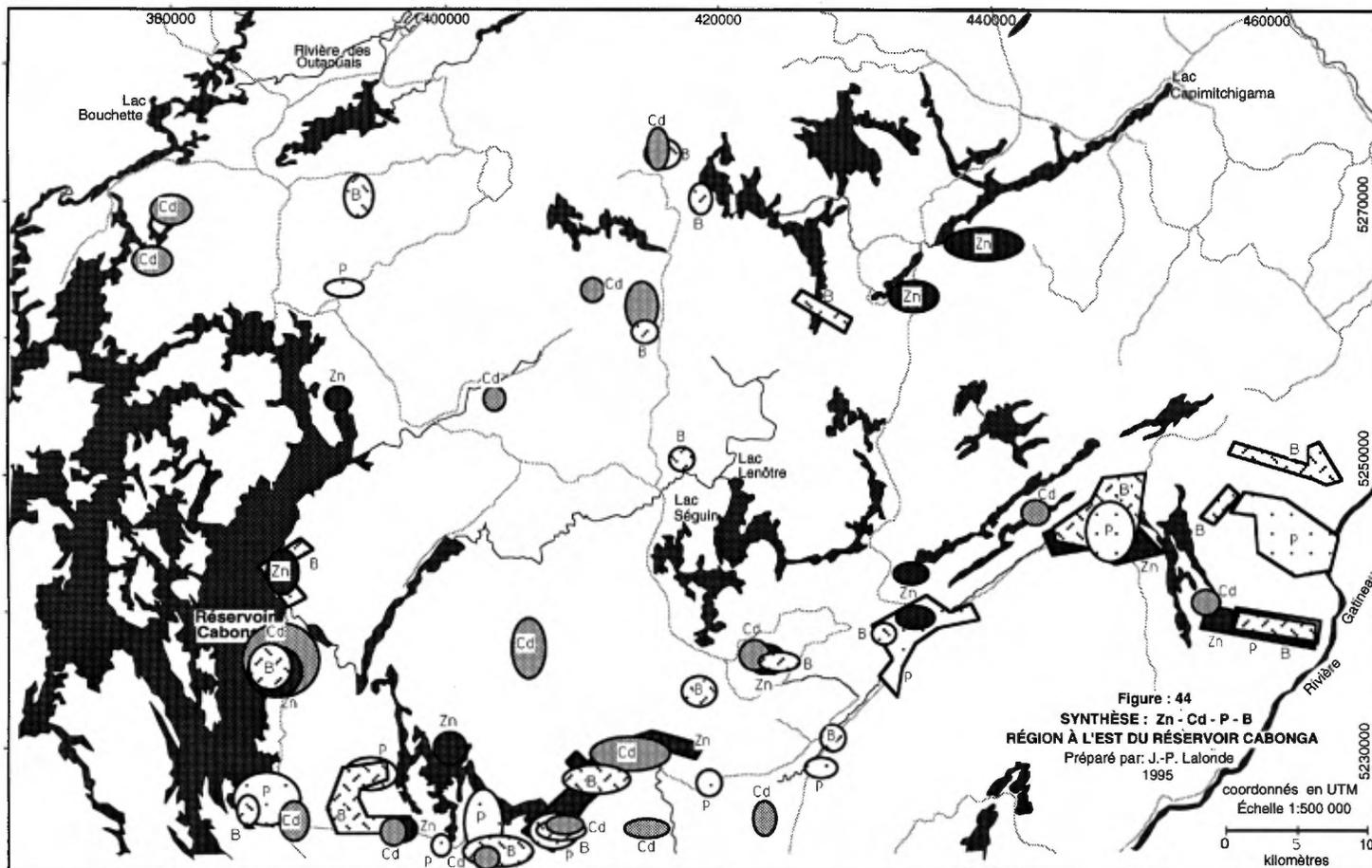
Les aires identifiées pour chacun des éléments furent déterminées en fonction de deux critères. Le premier est associé à l'**intensité** du signal; c'est-à-dire qu'on cherche d'abord des teneurs ponctuelles élevées dépassant la teneur du 98e percentile. Le deuxième est relié à l'**étendue**; c'est à dire à la reproduction du signal sur plusieurs sites adjacents. Il s'agit donc de conserver uniquement les signaux qui se reproduisent sur deux sites adjacents et plus. La distance maximum de recherche des sites adjacents a été fixée à environ deux kilomètres.

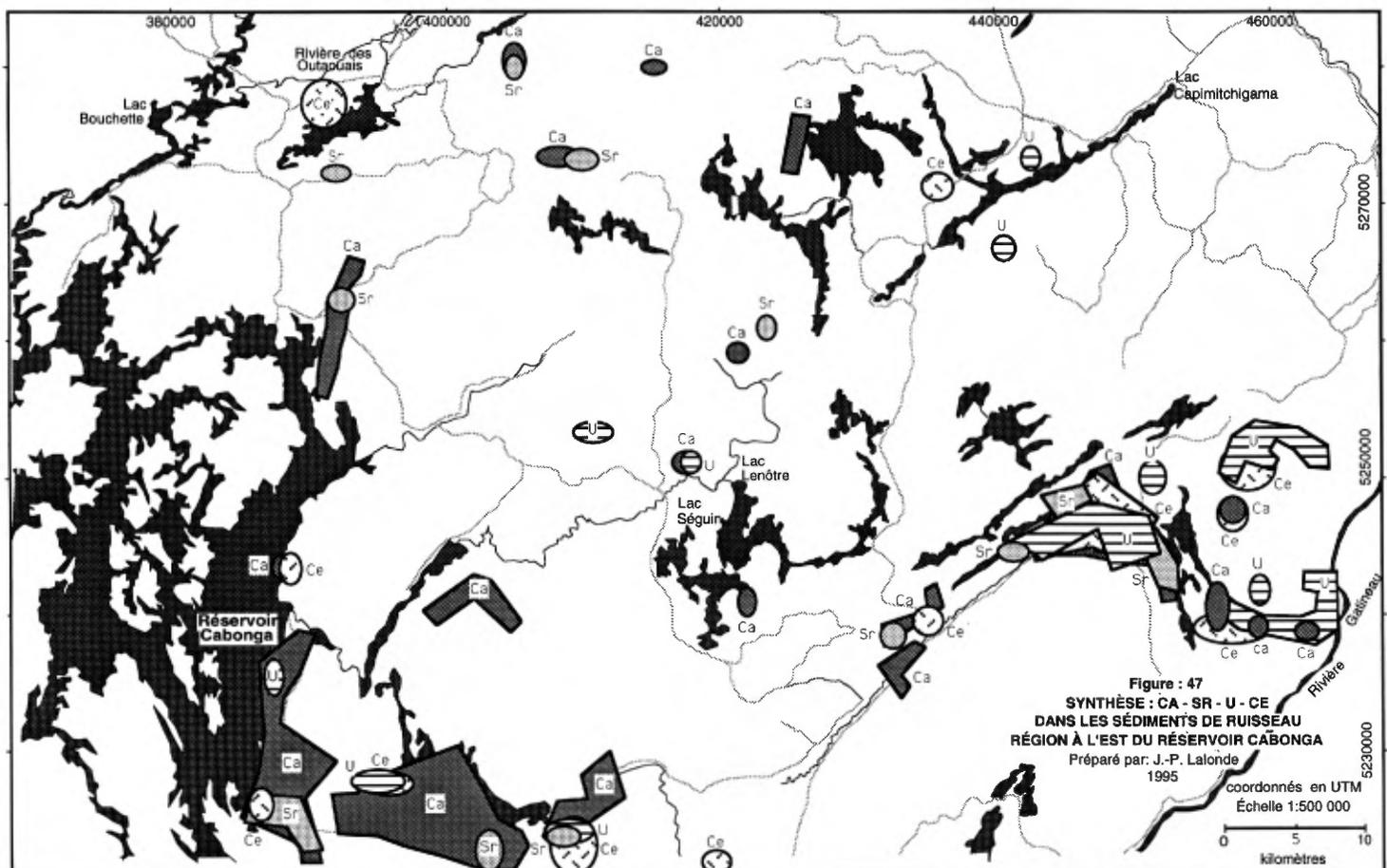
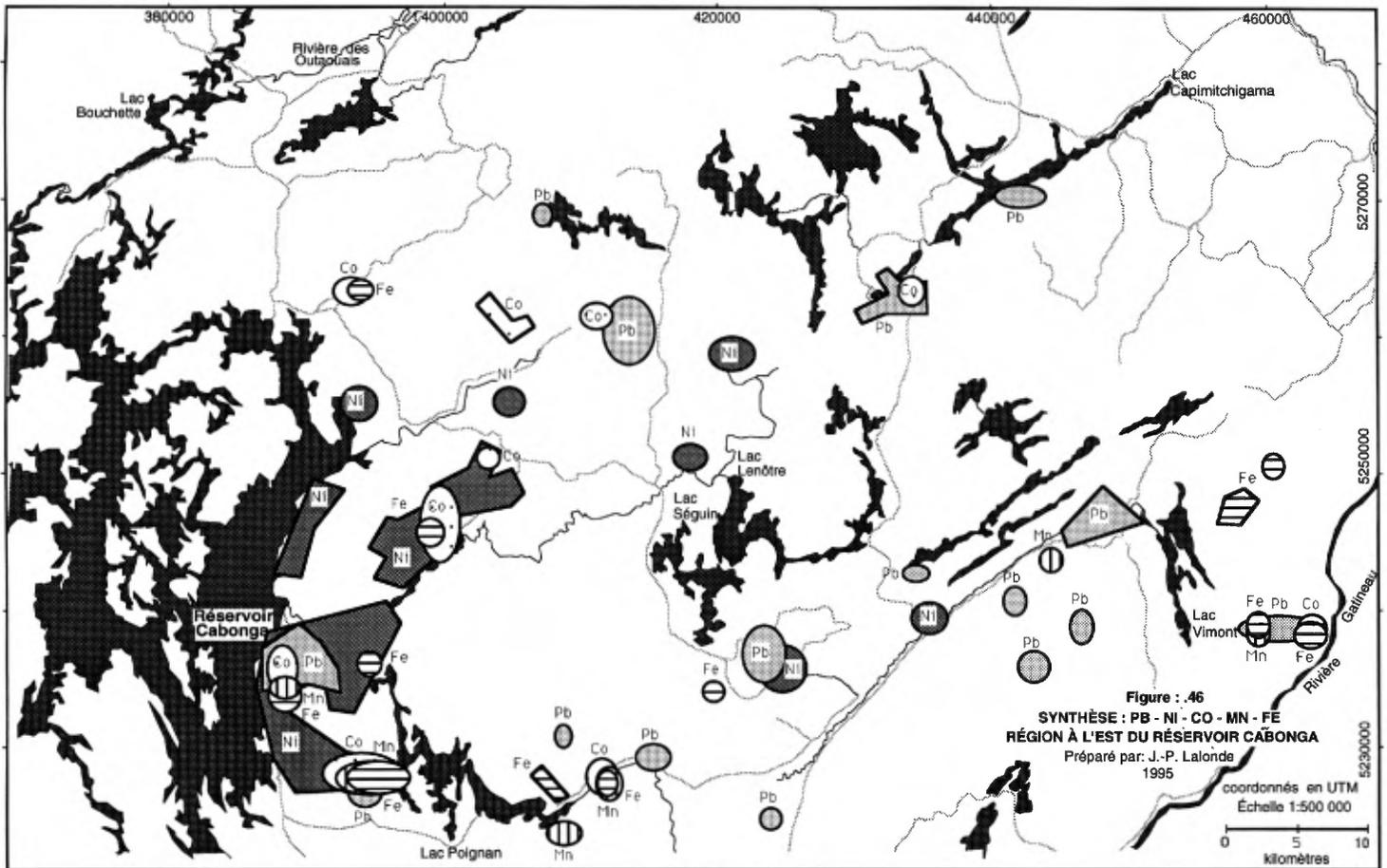
Une fois qu'un signal a été identifié, il faut ensuite définir son étendue relative. Ainsi, chacun des signaux multisites retenus sont évalués afin de fixer leurs limites en fonction des teneurs décelées aux sites voisins. Cette dernière étape n'est pas une tentative pour préciser la zone de provenance probable. La définition de cette zone,

Tableau 6 : Percentiles et teneurs correspondantes ayant servi à définir les 16 classes représentées sur les figure géochimiques en couleurs.

Percentiles (ppm) +									
Élément	Facteur	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	
A S		1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	
B		4.01	4.01	4.02	4.03	4.03	4.04	4.05	
BA		15.04	19.04	24.06	29.09	34.01	41.08	51.03	
BR	.001	3.01	4.02	5.01	6.00	7.02	9.00	11.01	
CA	100	7.08	9.09	11.01	14.07	16.08	20.01	25.09	
CD	0.10	2.00	2.01	2.01	2.02	2.02	2.03	2.03	
CE		7.21	9.13	11.05	13.24	15.16	18.18	22.02	
CO		2.05	2.10	2.15	2.19	2.24	2.29	3.02	
CU		3.03	4.03	5.02	6.02	8.02	9.02	10.01	
FE	100	15.10	20.06	25.03	31.12	37.04	46.02	56.11	
MG	100	3.02	4.02	5.02	5.04	7.02	8.02	10.02	
MN		17.43	22.91	28.39	39.34	44.82	61.26	83.17	
NI		2.04	3.07	3.15	4.03	5.07	6.03	7.06	
P		314.56	415.17	506.04	590.42	681.29	781.90	901.98	
PB		3.00	5.01	6.02	8.02	10.03	12.04	14.05	
SR		4.06	6.06	7.05	9.05	11.04	13.03	17.02	
U	0.10	7.04	8.04	9.04	10.04	11.04	12.04	13.04	
ZN		7.05	9.02	11.04	14.05	17.06	21.05	26.02	
		0.75	0.80	0.85	0.90	0.93	0.96	0.98	0.99
A S		2.00	2.01	2.02	3.00	3.01	4.00	6.00	9.00
B		4.01	4.01	4.02	4.03	4.03	4.04	5.00	6.01
BA		56.06	63.03	72.05	87.03	100.05	121.06	145.06	179.00
BR		12.02	14.00	16.01	20.02	23.02	28.02	36.02	44.02
CA		28.06	33.04	40.03	51.05	61.01	75.10	105.08	137.08
CD		2.00	2.01	2.01	2.02	2.02	3.00	5.00	8.00
CE		24.21	27.23	32.16	40.11	46.15	61.23	86.18	110.03
CO		3.02	4.04	6.03	8.03	11.04	16.05	26.01	39.03
CU		11.01	13.01	14.00	17.03	19.03	23.02	28.00	35.02
FE		63.16	74.05	87.03	106.09	126.12	159.12	211.02	262.13
MG		11.02	13.02	15.02	18.02	20.02	25.02	32.02	40.02
MN		110.56	143.42	214.63	335.15	504.96	756.94	1123.95	1655.30
NI		7.06	8.02	9.06	11.05	13.05	15.04	19.03	23.02
P		992.85	1090.21	1213.53	1366.07	1508.87	1762.01	2151.45	2654.49
PB		16.01	18.01	21.02	25.04	29.01	37.04	50.04	65.00
SR		19.01	23.00	27.06	34.04	40.02	51.05	68.07	89.00
U		14.04	15.04	17.04	20.04	22.04	27.04	35.04	47.04
ZN		30.02	34.01	40.02	49.05	57.03	72.01	91.05	118.00

+ Pour obtenir la teneur en ppm au percentile choisi, il faut multiplier la teneur par le facteur indiqué .





qui permet d'optimiser le jalonnement, implique un niveau plus fin d'interprétation. C'est pourquoi ce dernier traitement est laissée à la discrétion de l'utilisateur. Les formes simplifiées (rectangles et ellipses) utilisées pour représenter les signaux d'intérêt sur les cartes synthèse doivent attirer l'attention sur la nécessité d'effectuer cette interprétation plus fine des données.

Les figures 44 à 47 permettent d'observer ce qui suit:

- Les signaux des éléments Zn, B, P, Mg, Pb et Ca définissent une même ceinture géochimique. Cette ceinture qui traverse le sud de la région d'est en ouest correspond à la ceinture géologique contenant des marbres, des roches calcosilicatées, des gabbros, des métagabbros et des amphibolites. Ces éléments suggèrent la possibilité de trouver des contextes d'exhalaison et de minéralisation.
- La majorité des zones d'activité géochimique s'alignent le long de cette même ceinture. Cependant, plusieurs zones ayant une intensité plus faible semblent aussi s'aligner est-ouest à environ 25 km plus au nord. Si un tel alignement existe, il serait conforme à la réapparition des niveaux A et B interprétés à partir de la lecture des cartes aéromagnétiques (figure 6).
- La ceinture favorable présente des évidences de zonation. On trouve des regroupements importants de teneurs élevées en U, Ce et Sr dans la partie est, tandis que Ca et Ni sont plus abondants dans la partie ouest.
- Compte tenu que la ceinture géochimique suit la lithologie et épouse la forme de plusieurs plissements observés sur les cartes aéromagnétiques et géologique, il devient évident que l'étirement glaciaire des signaux vers le sud est peu important. Ainsi, les signaux géochimiques dans l'environnement secondaire sont près de leur source dans l'environnement primaire.
- La superficie de tous les signaux mono-éléments varie approximativement entre 2 et 60 km². Certains signaux sont donc locaux tandis que d'autres ont une envergure plus régionale. Ces derniers suggèrent soit un contexte régional soit une source plus importante.

b) Synthèse globale

En superposant les quatre (4) synthèses précédentes, il est possible de définir des zones d'activité géochimique ou aires d'intérêt multi-éléments résultant de la superposition et du recouplement de plusieurs signaux

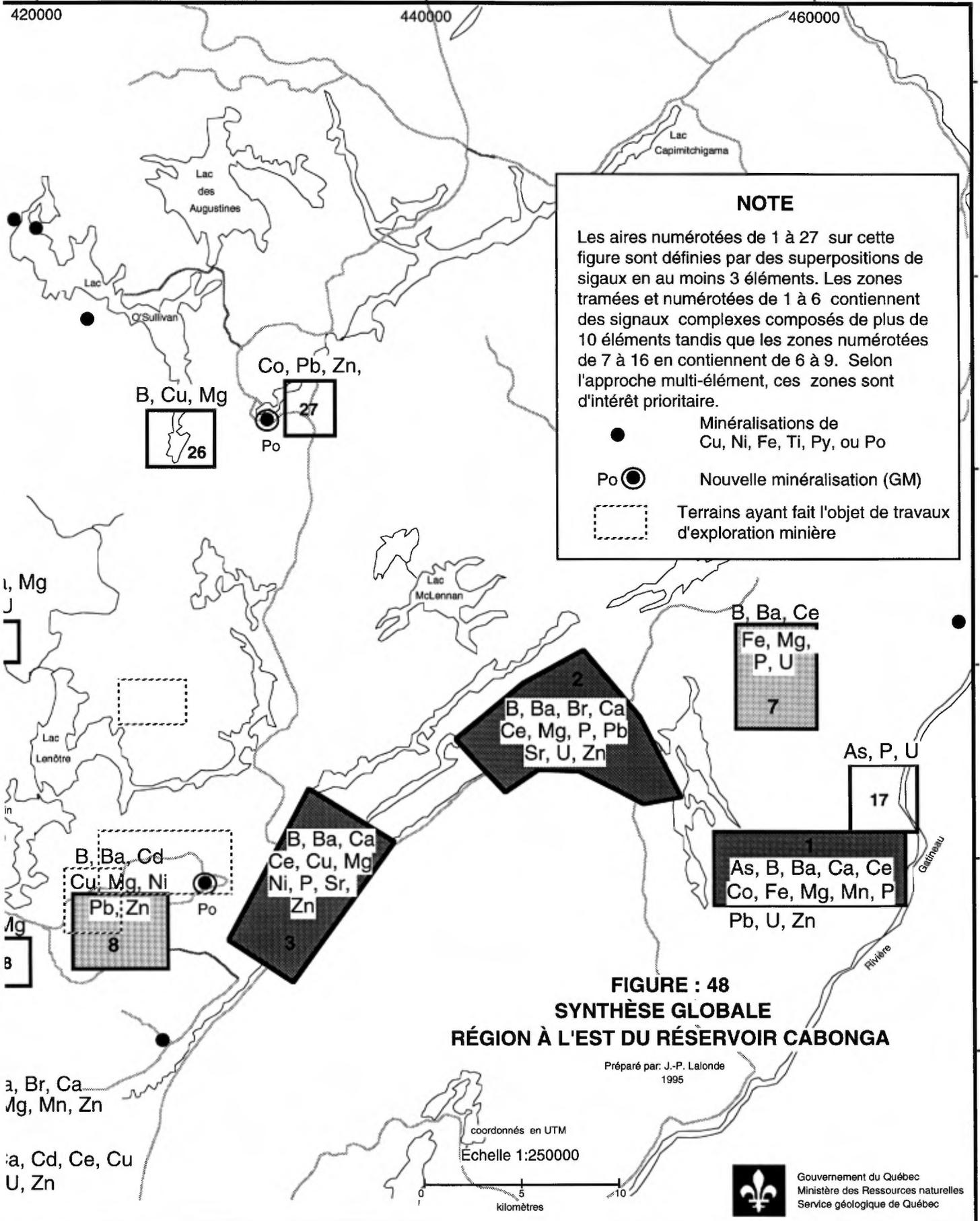
mono-éléments. Ces aires, qui seront caractérisées un peu plus loin, attirent l'attention sur des cibles qui rehaussent le potentiel de la région.

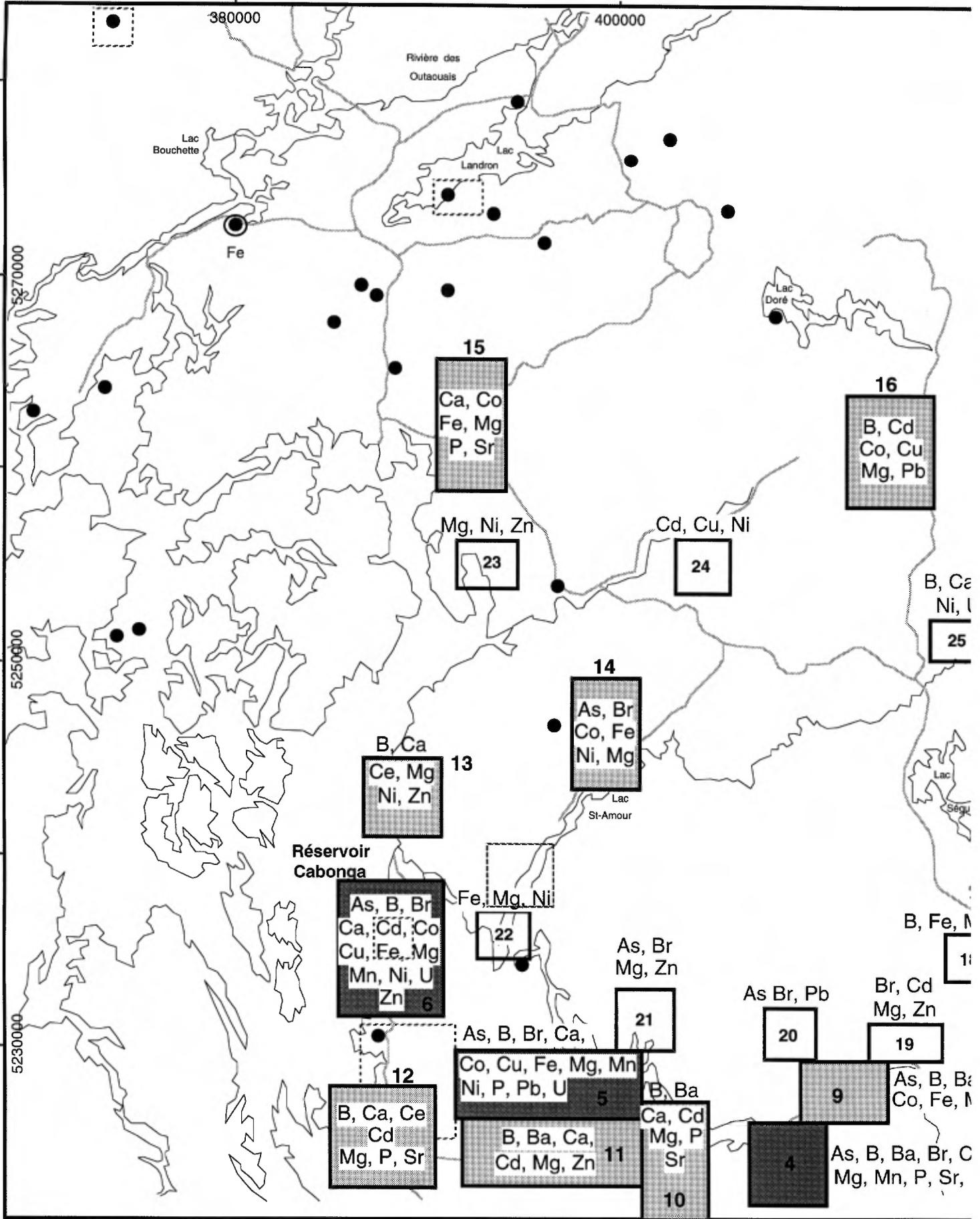
Ainsi, la figure 48 fut préparée en utilisant, comme critères, la superposition ou le recouplement d'au moins trois éléments indicateurs (1/6 des éléments choisis). Les cibles indiquées par six variables et plus (1/3 des éléments) furent mises en relief tandis que celles définies par 10 éléments et plus (1/2 des éléments indicateurs) méritent une place de premier choix. Des aires d'intérêt de trois niveaux de priorité furent ainsi identifiées. Plusieurs autres synthèses s'appuyant sur des critères différents et divers méthodes de pondération pourraient être préparées.

L'approche utilisée ici a la vertu d'être simple. Elle s'appuie sur la réalité géochimique observée dans plusieurs types de milieux métallogéniques. Dans les milieux reliés à des solutions minéralisantes, on observe généralement que la dispersion des éléments dans l'environnement géologique primaire croît proportionnellement, en étendue et en nombre d'éléments avec l'importance des phénomènes minéralisateurs. On observe aussi, **de façon générale**, qu'en approchant d'une source de minéralisation importante, le nombre d'éléments indicateurs croît, tout comme les teneurs. Ce phénomène correspond à une addition des éléments en allant des plus mobiles (distaux) vers les moins mobiles (proximaux) et à un accroissement, en général, des concentrations en approchant de la source.

Pour faciliter la lecture de l'interprétation en fonction du potentiel minéral, les indices minéralisés localisés sur la figure 3 (annexe 3) ainsi que ceux qui furent identifiés dans les GM ont été reportés sur la figure 48. On remarque alors immédiatement le peu de coïncidence entre les cibles multi-éléments identifiées et les minéralisations connues. Sauf pour un rapprochement possible entre des indices de sulfures stériles (pyrite et pyrrhotine) et la cible de premier ordre portant le numéro 6, la cible de second ordre portant le numéro 14 et les cibles de troisième ordre portant les numéros 22 et 27, on remarque qu'il y a peu de coïncidence entre ce qui est connu du potentiel de cette région et ce qui est suggéré par l'interprétation géochimique.

Notre attention fut alors portée sur les signaux mono-éléments des figures 44 à 47 pour vérifier si on peut améliorer le lien en laissant tomber l'exigence de la





superposition de trois éléments et plus. Lorsque les signaux mono-éléments sont considérés, on constate alors que sept (7) des onze (11) minéralisations connues, non associées à l'anorthosite de Bouchette, se trouvent à l'intérieur ou en bordure de tels patrons. On observe donc qu'il existe un lien entre certains signaux géochimiques décelés et plusieurs minéralisations. Cependant, ces petites minéralisations de sulfures stériles ont beaucoup moins de chances de se manifester avec intensité dans l'environnement géochimique. Elles peuvent difficilement être la source de grandes dispersions que l'on peut suivre sur des distances importantes avec plusieurs éléments indicateurs. Le fait que les petites minéralisations donnent de petits signaux devrait donc nous inciter à nous interroger sérieusement sur les sources possibles des **signaux importants**.

La carte de synthèse globale permet quatre autres observations importantes:

1) La réinterprétation du levé a permis d'identifier au moins **27 cibles pouvant présenter un intérêt pour l'exploration**. De celles-ci, six sont de première importance car elles sont indiquées par des regroupements de teneurs anormales en dix (10) éléments indicateurs et plus. Dix autres, qui sont indiquées par 6 à 9 indicateurs, sont des contextes de deuxième importance.

2) Les six signaux les plus intenses et huit de dix signaux secondaires coïncident avec la ceinture géochimique le long de laquelle se logent les marbres, les roches calcosilicatées, des gabbros et des amphibolites. Cette correspondance appuie la thèse qu'il y a là un **contexte à potentiel élevé** pouvant contenir des gîtes de type SEDEX.

3) On remarque que les cibles les plus importantes se présentent en deux regroupements de trois cibles. Chacun de ces regroupements est situé "dans ou relativement près" du **nez de structures importantes** plissant l'horizon le long duquel se trouvent les marbres et les roches calcosilicatées. Les zones d'activité géochimique identifiées dans l'environnement secondaire suggèrent fortement la présence de zones d'activité similaires dans l'environnement primaire. De telles zones suggèreraient la présence de **contextes exhalatifs**

4) Les nombreux indices de Fe et de Cu associés au contexte de l'anorthosite de Bouchette ont aucune expression géochimique sur la synthèse globale. Ce

manque d'expression n'est pas relié à l'absence de patrons de dispersion (voir figures 26 à 43). Il est d'avantage relié à la rigueur des critères définis en fonction de la forte réponse obtenue dans la partie sud de la région. Le manque de coïncidence entre ces indices et les zones d'activité géochimique mises à jour pourrait, une seconde fois, semer le doute sur l'importance des cibles identifiées plus au sud. Mais considérant que ces indices sont aussi relativement petits, on réalise que leur impact sur l'environnement géochimique secondaire ne peut être que très local. Ce constat **amplifie encore l'importance** que l'on doit accorder aux cibles d'envergure décelées dans le sud de la région. Ces cibles attirent notre attention sur des secteurs où des phénomènes géochimiques importants dans l'environnement primaire ont entraîné la dispersion de plusieurs éléments sur des dizaines de kilomètres carrés dans l'environnement secondaire.

Les cibles et l'ordre de priorité ont été définis en fonction du nombre d'éléments indicateurs, c'est à dire en accordant tout simplement le même poids à chacune des variables. D'autres approches plus sélectives ou pondérées peuvent être utilisées pour vérifier des hypothèses ou préciser la ou les sources de dispersion à l'intérieur d'une cible. L'annexe IV contient la description de quelques critères qui permettraient de prioriser les signaux différemment.

Finalement, certains utilisateurs préféreront peut être reprendre le traitement en utilisant une approche statistique qui requiert une transformation des données. Une telle approche qui tient compte des variations dans le bruit de fond a été mise à l'essai dans la région de Maniwaki (Bellehumeur et Jebrak, 1992, 1994)

c) Coefficients d'association

Tous les éléments indicateurs n'ont pas la même distribution dans l'environnement primaire d'un contexte exhalatif car ils n'ont pas la même historique de dispersion géochimique. Par surcroît, ils n'ont pas la même historique de dispersion dans l'environnement secondaire. Ces différences cumulées donnent lieu à la création de zones de superposition, de recouvrement et de rapprochement de patrons géochimiques tels qu'observés sur les figures 44 à 47 et décrits par Lalonde (1983, 1985). Ces zones se présentent, à prime abord, sous les

apparences d'enchevêtrements de signaux de plusieurs éléments.

La matrice des coefficients de corrélation (tableau 3) et les résultats de l'analyse factorielle (tableau 4) nous disent peu sur les relations entre les éléments dans les cibles. Ces paramètres statistiques mettent en évidence certains liens entre les éléments dans l'ensemble de la population évaluée site par site. Pour obtenir une meilleure idée des relations entre éléments dans les cibles (aires localisés dans un espace bidimensionnel), il faut alors évaluer l'interaction des patrons multiéléments formant ces cibles. Des coefficients de corrélation calculés uniquement sur les hautes teneurs, tel que proposé par l'analyse des queues (Mellinger, 1983) et d'autres, apporteraient certains éclairages sur les sites à hautes teneurs. Mais cette évaluation se ferait toujours à partir d'éléments unidimensionnels. Dans la nature, il y a rarement coïncidence parfaite entre les signaux anomaux de divers éléments (voir figures 44 à 47). Conséquemment, des calculs effectués sur une série d'éléments unidimensionnels reflètent mal les relations observées dans les cibles ou zones d'activité géochimique qui sont formées par la superposition et le recoupement imparfait d'éléments bidimensionnels (patrons ou signaux).

Ainsi, pour évaluer les relations inter-éléments (superpositions et recoupements de signaux) dans les zones cibles, il est nécessaire de modifier l'approche. Les relations interéléments ont d'abord été évaluées semi-quantitativement en utilisant les chevauchements et superpositions d'aires d'intérêt observés sur les figure 44 à 47 qui ont servi à la préparation de la synthèse globale (figure 48). Une méthode similaire d'évaluation des associations inter-éléments a déjà été utilisée pour calculer le pourcentage d'occurrence de différents couples d'éléments dans les cibles résultant de levés d'eaux souterraines effectués dans le nord-ouest québécois (Lalonde, 1983) et de coefficients d'association reliés aux sédiments de ruisseaux dans les cantons de l'est (Lalonde, 1994).

Dans un premier temps, toutes les permutations de couples de signaux d'éléments ($X - Y$), dont les aires se superposent ou se recoupent de manière évidente et qui apparaissent dans les cibles de la figure 48, ont été totalisées ($\sum_{\text{signaux } X-Y}$) puis normalisées par rapport au nombre de signaux obtenus pour chacun des éléments ($\sum_{\text{signaux } (X \text{ ou } Y)}$) au bas du tableau 7). Le

coefficient d'association ($r_a X/Y$) d'un élément (X) par rapport à un autre (Y) dans les zones d'intérêt est donc établi comme suit:

$$\begin{aligned} \text{Coefficient d'association de } X/Y &= \\ &= r_a X/Y = \\ &= \frac{\sum_{\text{signaux } X-Y}}{\sum_{\text{signaux } Y}} \times 100 \end{aligned}$$

Selon cette méthode, deux valeurs sont obtenues pour chacun des couples, une première valeur pour $(X-Y)/Y$ et une autre pour $(X-Y)/X$. En d'autres mots, chacun des coefficients (r_a) est une mesure de l'incidence des signaux d'un élément en fonction du nombre total des signaux d'un autre. Les deux coefficients obtenus pour un même couple peuvent être différents car l'élément X peut avoir une bonne association avec l'élément Y tandis que l'inverse n'est pas nécessairement vrai. Dans certains cas, les valeurs pour les deux coefficients vont mettre en évidence un comportement similaire des deux éléments dans les aires d'intérêt.

À titre d'exemple, prenons le couple Zn/Mg qui se présente à 12 reprises. Le coefficient (r_a) de Zn-Mg/Zn est 92 ($12/13 \times 100$) tandis que celui de Zn-Mg/Mg est 52 ($12/23 \times 100$). Ces coefficients nous disent que 92% des signaux de zinc sont accompagnés de signaux de magnésium tandis que seulement 52% des signaux de magnésium sont accompagnés de signaux de zinc. Ce fait suggère que les sources de magnésium sont soit plus grandes soit plus abondantes que celles du Zn dans l'environnement primaire de la région de Cabonga pour donner plus de signaux. On pourrait aussi voir le magnésium comme étant plus mobile que le zinc dans l'environnement secondaire et se refléter par plus de signaux couvrant des superficies plus grandes. Une troisième hypothèse pourrait aussi mettre en doute le choix de critères. Dans les environnements de type SEDEX, les carbonates, dont la dolomie, contiennent les minéralisations zincifères. Il serait normal qu'ils soient plus abondants que la minéralisation elle-même. Cette réalité devrait normalement se traduire géochimiquement par plus de cibles de magnésium dont la superficie est aussi plus grande.

La matrice des coefficients d'association calculée pour tous les couples est présentée au tableau 7. On peut

Tableau 7 : Matrice de coefficients d'association présentant une évaluation de l'importance des liens entre les différents couples d'éléments indicateurs dans les 27 cibles de la synthèse globale (figure 48 et tableau 8). (NB: carré = association forte supérieure à 74 ; cercle = association faible inférieure à 26)

* $r_a = (\sum x-y / \sum y) 100$

x \ y	As	B	Ba	Br	Ca	Cd	Ce	Co	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	P	Pb	Sr	U	Zn
As		29	33	78	38	22	29	62	37	55	30	100	30	40	42	16	50	38
B	55		100	55	92	78	100	62	88	66	74	100	60	80	71	83	87	69
Ba	33	53		33	69	44	71	25	37	33	39	60	20	60	43	66	50	54
Br	78	29	33		38	33	28	50	37	44	35	80	30	30	43	33	50	46
Ca	56	71	78	55		55	86	62	50	55	57	100	50	80	43	100	75	62
Cd	22	41	44	33	38		29	25	50	11	30	40	30	30	29	50	25	38
Ce	22	41	55	22	46	22		12	25	22	30	40	20	60	29	66	50	38
Co	55	29	22	44	38	22	14		37	66	30	80	30	30	57	16	38	31
Cu	33	41	33	33	31	44	28	37		22	30	60	50	30	43	17	38	15
Fe	55	35	33	44	38	11	28	75	25		39	80	40	40	29	17	50	23
Mg	77	100	100	89	100	78	100	88	88	100		100	90	90	71	100	88	92
Mn	55	29	33	44	38	22	28	50	38	44	22		20	30	29	17	50	31
Ni	33	35	22	33	38	33	28	38	63	44	39	40		20	29	17	38	38
P	44	47	66	33	62	33	86	38	38	44	39	60	20		43	100	50	31
Pb	33	29	33	33	23	22	29	50	38	22	22	40	20	30		17	38	31
Sr	11	29	44	22	46	33	57	12	12	11	26	20	10	60	14		33	23
U	44	41	44	44	46	22	56	38	38	44	30	80	30	40	42	25		50
Zn	55	53	77	66	62	55	71	50	25	33	52	80	50	40	57	50	31	
\sum signaux x ou y	9	17	9	9	13	9	7	8	8	9	23	5	10	10	7	6	8	13

* $r_a = (\sum x-y / \sum x) 100$

* La lecture de la colonne d'un élément fournit un pourcentage d'association entre les signaux de chacun éléments qui lui sont associés en fonction du nombre total de signaux de l'élément choisi. (ex: un signal fort en As s'associe à un signal fort en B dans 29% des cas.

La lecture d'une rangée d'un élément fournit un pourcentage d'association entre les signaux de l'élément choisi en fonction du nombre total de signaux de chacun des autres éléments. (ex: un signal fort en B s'associe à un signal fort en As dans 55% des cas.

NB: Ce coefficient dépend directement de la définition d'un signal fort. La prise en considération de signaux d'appui (tableau 8) peut amener des variations importantes.

observer immédiatement sur cette matrice que les éléments présentant les meilleures associations avec d'autres éléments sont en ordre décroissant: Mg > B > Mn > Ca, quatre indicateurs de contextes favorables allant de proximaux à distaux. L'élément présentant les moins bonnes associations avec les éléments traces est le Sr. Cet élément avait été identifié à la toute fin du tableau 1 comme un élément accessoire pouvant parfois servir d'indicateur. Plusieurs couples d'éléments ont des coefficients supérieurs à 50 suggérant l'existence de liens géochimiques importants dans cet environnement. Quelques exemples de tels liens qui sont moins évidents à partir des corrélations ou de l'analyse factorielle sont: Mg-B, P-U, Pb-Co.

Ce tableau peut aussi être lu d'une autre façon. Lorsqu'il y a un regroupement de teneurs anormales en zinc, il est possible d'observer, dans un ordre décroissant, des signaux de Mg (92), Ba (75), Ca (62), B (61), U (50), Br (46), etc... Alternativement, on peut aussi lire que des signaux en zinc sont associés à des signaux en Mn (80), Ce (71), Pb et Br (66), Ca (62), Cd (55), Mg (52), As, Co et Sr (50).

Depuis de nombreuses années, les géochimistes qui ont étudié les relations entre éléments dans le cadre de levés d'orientation ont présenté leurs résultats soit sous la forme de fourchettes d'associations d'éléments soit sous la forme de séquences d'éléments de mobilités relatives. Leurs évaluations effectuées en fonction de contextes géochimiques spécifiques s'appuient généralement sur des observations qualitatives à semi-quantitatives similaires à celles qui ont permis de préparer la matrice des coefficients d'association. Cette matrice est donc une présentation quantitative de paramètres qualitatifs à semi-quantitatifs car elle est basée sur des choix arbitraires d'intensité et d'étendue pour la définition des signaux géochimiques. Elle présente une synthèse d'environ 3900 observations possibles (17 X 17 / 2 éléments X 27 cibles) qui pourraient être effectuées automatiquement à l'aide de règles simples dans un système expert conçu pour faire de l'analyse spatiale. Ce coefficient s'insère donc dans une approche dont la philosophie de base ressemble à celle des statistiques Bayésiennes qui s'appliquent à des données considérées par certains comme subjectives (Duda et autres, 1976; Jefferys et Berger, 1992). En résumé, ce type de matrice a la vertu

de permettre au géochimiste d'étudier le comportement des éléments comme il l'a toujours fait.

d) Éléments caractéristiques des cibles

La synthèse globale (figure 48) présente une image de la distribution des cibles multi-éléments sur le territoire de l'étude. Mais toute présentation a ses limites. Premièrement, il n'était pas pratique, pour des raisons de clarté et d'esthétique, de tenir compte sur cette même figure des signaux qui ne répondent pas aux critères choisis mais qui présentent, tout de même, un signal d'appui **évident** dans leur contexte. Deuxièmement, dix sept autres éléments accessoires qui n'ont pas été retenus au départ fournissent des informations complémentaires qui peuvent servir à l'exploration du territoire. Des nouvelles cartes d'information ponctuelle pour ces éléments seront rendues publiques sous la forme d'une publication séparée de type MB.

Pour combler ces deux lacunes, le tableau 8 présente une synthèse de 945 évaluations résultant d'observations sur les dispersions de chacun des 18 éléments indicateurs en plus des 17 autres éléments accessoires. Ces observations furent faites en fonction de chacune des 27 cibles de la figure 48. Les gros points noirs sur la tableau 8 indiquent la présence d'un signal d'intérêt correspondant aux critères spécifiés antérieurement. Les petits points noirs indiquent que l'aire en question contient aussi un signal d'appui constitué de plusieurs sites parfois non adjacents et à teneurs un peu moins élevées. Le critère le plus important pour la définition des signaux d'appui est que ceux-ci soient facilement identifiables (intensité et sites multiples) dans leur contexte géochimique.

Ce tableau permet quelques observations d'ordre général. Les dix premières cibles indiquées par le plus grand nombre d'éléments indicateurs sont aussi, à deux ou trois exceptions près, les plus importantes pour les éléments accessoires. Le groupe des éléments accessoires contient plusieurs indicateurs d'environnements de terres rares (Eu, La, Li, Sc, Sm, Th, Y, Zr) et de roches basiques à ultrabasiques (Cr, Ti, V). Enfin, une plus grande proportion des dix-huit éléments choisis comme indicateurs d'environnements de type SEDEX présente des signaux importants.

Tableau 8: Réponse des dix-huit éléments indicateurs choisis ainsi que de dix-sept autres éléments d'intérêt en relation avec les 27 cibles de la figure 48. Les gros points noirs (●) indiquent la présence d'un signal fort, le petit point (•) un signal d'appui et l'absence de point, l'absence de signal.

	ÉLÉMENTS CHOISIS																		AUTRES ÉLÉMENTS																		
	As	B	Ba	Br	Ca	Cd	Ce	Co	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	P	Pb	Sr	U	Zn	Al	Au	Cr	Eu	Ge	K	La	Li	Na	Sb	Sc	Sm	Ti	Th	V	Y	Zr		
1	●	●	●	•	●	•	●	●	•	●	●	●	•	●	●	•	●	●	•	•	•	●	●	•	●	●	•	●	•	●	•	●	•	•	•	•	
2	•	●	●	●	●	•	●	•	•	•	●	•	•	●	●	●	●	●	•	•	•	•	●	•	•	●	●	•	●	●	●	•	●	●	●	●	
3	•	●	●	•	●	•	●	•	•	●	•	•	●	•	•	●	•	●	•	•	•	•	●	•	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
4	●	●	●	●	●	●	●	•	●	•	●	•	●	•	•	●	●	●	•	•	•	•	●	●	●	●	●	•	•	●	●	•	●	•	●	●	
5	●	●	•	●	●	•	•	●	●	●	●	●	●	●	●	●	•	•	•	•	•	●	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
6	●	●	•	●	●	●	•	●	●	●	●	●	•	•	•	•	●	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
7	•	●	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
8	•	●	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9	●	●	●	●	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
10	•	●	●	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
11	•	●	●	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
12	•	●	•	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
13	•	●	•	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
14	●	•	•	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
15	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
16	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
17	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
18	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
19	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
20	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
21	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
22	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
23	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
24	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
25	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
26	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
27	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

RECOMMANDATIONS

Voici quelques recommandations pour la poursuite des travaux de nature géochimique.

- L'interprétation des données pour cette étude s'appuie sur l'approche multiélément de base qui accorde le même poids à chacune des variables. Un très grand nombre de traitements différents peuvent aussi être effectués en modifiant les critères d'identification des signaux, en sélectionnant un nombre plus restreint de variables, en pondérant les variables en fonction de l'importance relative qu'on veut bien leur accorder, en transformant les données en fonction de différentes formules, en procédant à un exercice d'évaluation du potentiel (annexe 4), etc. Il est donc recommandé à l'utilisateur, si le temps lui permet, de procéder à un traitement différent. Ce traitement permettrait à la fois de vérifier l'interprétation proposée et de mieux posséder l'information pour se convaincre du choix de cible.

- L'éloignement de la région de Cabonga, le nombre d'éléments indicateurs utilisés, les caractéristiques des signaux géochimiques et le contexte géologique rendent improbables que les cibles importantes soient liées à des sources de contamination. Malgré cela, certaines personnes désireront peut-être prélever des échantillons pour contrôler la validité de certaines anomalies. Il est donc fortement recommandé d'utiliser la même méthodologie de traitement et d'analyse des échantillons afin de diminuer les écarts dans les résultats. Il serait même souhaitable de prélever un matériel de nature similaire.

- L'interprétation des données effectuée pour ce rapport se limite au deuxième niveau. L'auteur présente l'information (premier niveau) puis procède à une réduction de cette information pour identifier des cibles constituées de regroupements de sites à hautes teneurs en plusieurs éléments (deuxième niveau). Les cibles identifiées ne comprennent donc pas la zone de provenance possible des signaux. Conséquemment, avant de procéder au jalonnement de certains territoires, il est recommandé de procéder à une étude plus fine (troisième niveau) afin d'identifier la zone de provenance la plus probable des signaux. Cette étude doit se faire en tenant compte des données pour chacun des sites d'échantillonnage, de la topographie locale, de la direction de l'écoulement glaciaire, etc.

- Compte tenu l'étendue de plusieurs cibles, deux phases de travaux géochimiques de détail pourraient être effectués selon le cas: la première qui serait semi-régionale permettrait, à l'aide de sédiments, sols et/ou tills d'ablation, de préciser la zone de provenance des anomalies; la deuxième qui serait beaucoup plus locale comprendrait des sols, tills et/ou roches et viserait à localiser la ou les sources.

CONCLUSIONS

Le terrain de Cabonga qui fait partie de la province de Grenville contient des roches calcosilicatées et des marbres. Ces roches sont similaires à celles qui ont été étudiées dans le contexte métasédimentaire du terrain de Mont-Laurier en raison des indices de zinc de type SEDEX qu'elles contiennent. La présence d'amphibolites minéralisées en sulfures dans le terrain de Cabonga suggère aussi la possibilité d'y déceler des contextes d'exhalaison.

L'exploration pour les métaux de base dans la région de Cabonga a été orientée surtout vers le Cu et le Cu-Ni durant la période s'échelonnant de 1957 à 1975. Les indices découverts sont surtout des sulfures stériles composés de pyrite-pyrrhotine associés à des amphibolites et des roches gabbroïques. Jusqu'à présent, aucun indice de zinc n'a été rapporté dans les rapports du ministère ou des intervenants.

Les nouvelles données analytiques des sédiments de ruisseau de la région à l'est du réservoir Cabonga ont donc été traitées en fonction du modèle géologique de type SEDEX. Une séquence de 18 éléments pouvant servir d'indicateurs de contextes géologiques favorables, de milieu d'exhalaison ainsi que d'indicateurs de minéralisation ont été sélectionnés. Ces éléments sont: As, B, Ba, Br, Ca, Cd, Ce, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Sr, U, Zn.

Les données ont été traitées en fonction de l'approche multiélément. Une interprétation de deuxième niveau allant jusqu'à la réduction d'information a permis d'identifier au moins 27 cibles d'intérêt pour l'exploration. De celles-ci, six sont de première importance car elles sont indiquées par des regroupements de teneurs anormales en dix (10) indicateurs et plus. Dix

autres, qui sont indiquées par 6 à 9 indicateurs, sont des contextes de deuxième importance.

Les six signaux les plus intenses et huit de dix signaux secondaires coïncident avec l'horizon contenant des marbres et des roches calcosilicatées. Cette coïncidence appuie la thèse qu'il y aurait dans cette région une ou plusieurs zones à potentiel élevé favorables pour la découverte de gîtes de type SEDEX. Cette thèse mérite donc qu'on lui porte une attention toute particulière.

Bien que les glaciers ont sans aucun doute déplacé beaucoup de matériel non consolidé, incluant les dispersions géochimiques pré-glaciaires, on s'aperçoit qu'ils semblent avoir peu d'effet sur la distance apparente de transport (distance décelable géochimiquement) des anomalies actuelles. Les patrons géochimiques reliés à l'horizon le plus important pour la prospection ne semblent pas avoir été déplacés ou étirés vers le sud comme le modèle glaciaire traditionnel nous le ferait anticiper. Conséquemment, on peut s'attendre, dans la région de Cabonga, à une relation de proximité entre l'origine du signal dans l'environnement secondaire et sa source dans l'environnement primaire.

RÉFÉRENCES

- AVRAMTCHEV, L. - LEBEL-DROLET, S., 1981 - Carte des gîtes minéraux du Québec, Région de l'Abitibi. Ministère de l'Énergie et des Ressources; DPV-744, carte 31N.
- AVRAMTCHEV, L. - PICHÉ, G., 1981 - Carte des gîtes minéraux du Québec, Région de Laurentie - Saguenay. Ministère de l'Énergie et des Ressources; DPV-809, carte 31O.
- BELLEHUMEUR, C. - JÉBRAK, M., 1992 - Analyse multidimensionnelle des données géochimiques appliquées à la prospection dans la Gatineau. Ministère de l'Énergie et des Ressources, MB 92-05.
- BELLEHUMEUR, C. - JÉBRAK, M., 1994 - Filtering of background variation factors in stream sediment geochemical surveys; application to Zn sedex deposits in the Gatineau area, southwestern Quebec, Canada. *Exploration and Mining Geology*, volume 2, no. 1, pages 63-72.
- BOYLE, R. W., 1974 - Elemental associations in mineral deposits and indicator elements of interest in geochemical prospecting. Geological Survey of Canada; paper 74-45, 40 pages.
- BROWN, A. C., 1982 - Grenville iron-formations and associated stratiform zinc mineralization, Roddick Lake area, Mount-Laurier Basin, Québec. *Journal canadien des Sciences de la Terre*; volume 19, pages 1670 - 1679.
- BRUNET, S., - MARTIGNOLE, J., 1995 - Gneiss et pegmatites à néphéline du réservoir Cabonga, Parc de la Vérendrye. Ministère des Ressources naturelles; MB 95-04.
- CHOINIÈRE, J., 1988 - Géochimie des minéraux lourds - Région de la Gatineau. Ministère de l'Énergie et des Ressources; MB 88-35, 38 pages.
- CHOINIÈRE, J., 1989 - Géochimie de la fraction fine des sédiments de ruisseau de la région de la Gatineau. Ministère de l'Énergie et des Ressources; MB 89-08.
- CHOINIÈRE, J., 1993 - Données digitales des résultats de réanalyse des sédiments de ruisseau à l'est du réservoir Cabonga; MB 93-02.
- CURRIE, K. L., 1976 - Occurrence and distribution of alkaline rocks in Canada. In: *Alkaline Rocks of Canada*; Geological Survey of Canada, Bulletin 239, pages 9-12.
- DUDA, R.O., 1976 - Subjective Bayesian method for rule based inference systems; technical note 124, SRI Project 4763, SRI International.
- GAGNON, G., 1984 - Géochimie des sédiments de ruisseau de la région du réservoir Cabonga. Ministère de l'Énergie et des Ressource du Québec; DP 83-20.
- GAUTHIER, M., 1990 - Métallogénie de la province de Grenville. Dans *Nouveaux horizons pour l'exploration, résumé des conférences du séminaire d'information*; Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec; DV 90-40, pages 39-40.

- GAUTHIER, M., 1983 - Métallogénie du zinc dans la région de Maniwaki - Gracefield, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec; MM 82-03, 107 pages.
- GAUTHIER, M. - BROWN, A. C., 1986 - Zinc and iron metallogeny in the Maniwaki-Gracefield district, southwestern Quebec. *Economic Geology*, volume 81, pages 89-112.
- GAUTHIER, M. - BROWN, A. C., 1980a - Exploration guidelines for stratiform zinc deposits in the Grenville Supergroup of the Mont-Laurier Basin, Québec. *Bulletin de l'ICM*; volume 73, no. 819, pages 56 - 61.
- GAUTHIER, M. - BROWN, A. C., 1980b - Lithologic and stratigraphic setting of zinc mineralization in Grenville metasediments, Québec. *Mineralium Deposita*; volume 15, pages 163 - 174.
- GWASDZ, W. - KREBS, W., 1977 - Manganese halo surrounding Meggen ore deposit, Germany. *Institute of Mining and Metallurgy, Section B*, pages B73-B77.
- HAYNES, S. J., 1986 - Metallogenesis of U-Th, Grenville supergroup, Peterborough county, Ontario. In Moore, J. M. - Davidson, A. - Baer, A. J. editors; *The Grenville Province. Geological Association of Canada, Special Paper 31*, pages 271-280.
- HITE, R. J., 1978 - Possible genetic relationships between evaporites, phosphorites and iron-rich sediments. *Mountain geologist*, volume 14, no. 3, pages 97-107.
- HOCQ, M., 1994 - La Province de Grenville. Dans: *La géologie du Québec; Les éditions du Québec; MM 94-01*; pages 75-94.
- HOFFMANN, D., 1994 - Geochemistry and genesis of manganese-rich iron formation bands in the Broken Hill deposit, Aggeney, South Africa. *Exploration Mining Geology*; volume 3, no. 4, pages 407-417.
- INDARÈS, A. - MARTIGNOLE, J., 1990 - Metamorphic constraints on the tectonic evolution of the allochthonous monocyclic belt of the Grenville Province, western Quebec. *Journal canadien des sciences de la Terre*; volume 27, no. 3, pages 371-386.
- JEFFERYYS, W. H. - BERGER, J. O., 1992 - Ockham's razor and bayesian analysis. *American Scientist*, volume 80, Jan.-Feb., pages 64-72.
- KELLY, R. - TREMBLAY, R.L. - COCKBURN, G. H., 1972 - Géochimie des sédiments de ruisseau, région est du réservoir Cabonga. *Ministère des Richesses naturelles du Québec; S-138*, 136 pages.
- KLAU, W. - LARGE, D. E., 1980 - submarine exhalative Cu-Pb-Zn deposits (a discussion of their classification and metallogenesis). *Geologische jahrbuch; D. 40*, pages 13-58.
- LALONDE, J.-P., 1983 - Ground-water geochemistry in the Abitibi volcanic belt of Quebec. *Journal of geochemical exploration*; volume 19, no. 1-3, pages 207-223.
- LALONDE, J.-P., 1985 - La géochimie en milieu glaciaire - Mythes et réalités. *Ministère de l'Énergie et des Ressources; DV - 8 5-11*; pages 3-12.
- LALONDE, J.-P., 1994a - Dispersion de gahnite à partir des gîtes polymétalliques de Montauban et du lac Dussault, comté de Portneuf. *Ministère des Ressources naturelles; MB 94-42*, 39 pages.
- LALONDE, J.-P., 1994b - Géochimie des sédiments de ruisseaux - région de Leeds. *Ministère des Ressources naturelles; MB 94-29*, 63 pages.
- LAURIN, A.-F., 1960 - Rapport préliminaire sur la région de Turquetil - Emard. *Ministère des Mines du Québec; RP-424*, 10 pages.
- LAURIN, A.-F., 1961 - Rapport préliminaire sur la région de Dieskau - Loubias. *Ministère des Mines du Québec; RP-452*, 9 pages.
- MARTIGNOLE, J. - POUGET, P., 1990 - Westward thrusting and related shear zones in the Parc de la Vérendrye area, Central Grenville Province, Québec, Canada. In *Lithoprobe, Projet Abitibi-Grenville Project*; Montréal, octobre 1990, pages 63-66.

- MARTIGNOLE, J. - POUGET, P., 1993 - Contrasting zoning profiles in high grade garnets: evidence for the allochthonous nature of a Grenville province terrane. *Earth and Planetary science letters*; volume 120, pages 177-185.
- MARTIGNOLE, J. - POUGET, P., 1994 - A two-stage emplacement for the Cabonga allochthon (central part of the Grenville Province): evidence for orthogonal and oblique collision during the Grenville orogeny. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 31, pages 1714-1726
- NANTEL, S., 1994a - Association de coticules - tourmalinites et minéralisations en Cu-Co ± Au dans la région de Saint-Jovite, partie sud de la Province de Grenville: importance de ce métallotecte pour l'exploration de gîtes de type exhalatif. Ministère des Ressources naturelles MB 94-15.
- NANTEL, S., 1994b - Les tourmalinites et les roches riches en tourmaline dans la partie sud de la Province de Grenville, Québec, et leur association avec des minéralisations en Zn et en Cu-Co-Au. Ministère des Ressources naturelles MB 94-52; 24 pages.
- NANTEL, S. - CHOINIÈRE, J., 1994 - Signaux indicateurs géochimiques pour la recherche de gîtes de Cu-Co dans la partie sud de la Province de Grenville, Québec. Ministère des Ressources naturelles MB 94-16, 33 pages.
- OTTON, J.K., 1971 - Preliminary report on lac Landron area. Ministère des Richesses naturelles du Québec, DP-50, 13 pages.
- OTTON, J.K., 1978 - Région des lacs Bouchette - Landron. Ministère des Richesses naturelles du Québec; RG-181, 113 pages.
- POUIT, G., 1984 - Les gisements à sulfures massifs exhalatifs-sédimentaires: une mise au point sur leur classification et la méthodologie de leur recherche. *Chroniques de la recherche minière*; no. 476, pages 31-34.
- RIVERS, T. - MARTIGNOLE, J. - GOWER, C.F. - DAVIDSON, A., 1989 - New tectonic divisions of the Grenville Province, southeast Canadian Shield. *Tectonics*; volume 8, pages 63-84.
- SHARMA, K.N.M. - HOCQ, M. - LEVESQUE, J. - RIVE, M., 1993 - Excursion des amis du Grenville au Québec: Observations structurales et importance économique. Ministère de l'Énergie et des Ressources; MB 93-50, 48 pages.
- SLACK, J. F., 1993 - Models for tourmalinite formation in the Middle Proterozoic Belt and Purcell supergroups (Rocky Mountains) and their exploration significance. In *Current Research, part E, Geological Survey of Canada*; paper 93-1E, pages 33-40.
- TOTH, J. R., 1980 - Deposition of manganese crusts rich in manganese and iron. *Bulletin of the Geological Society of America*; volume 91, pages 44-54
- VAN DER LEEDEN, J., 1981 - Géologie de la région du lac Séguin. Ministère de l'Énergie et des Ressources; DPV-784, 15 pages.
- WYNNE-EDWARDS, H.R. - GREGORY, A.F. - HAY, P.W. - GIOVANELLA, C.A. - REINHARDT, E.W., 1966 - Mont-Laurier and Kempt lake map-areas, Québec. *Commission géologique du Canada*; Étude 66-32, 32 pages.
- WYNNE-EDWARDS, H.R., 1972 - The Grenville province. In: *Variations in Tectonic Styles in Canada* (R. A. Price et J. W. Douglas, editors). *Geological Association of Canada*; special paper 2, pages 263-334.
- WYNNE-EDWARDS, H.R., 1976 - Proterozoic ensialic orogenies: the millipede model of ductile plate tectonics. *American Journal of Science*; volume 276, pages 927-953.

ANNEXE 1

Travaux antérieurs

Liste et localisation des travaux statutaires déposés en GM

Une recherche a été faite dans les travaux statutaires afin de qualifier et de quantifier l'effort d'exploration dont cette région a fait l'objet dans le passé. Le but visé par cette recherche est d'aider les intervenants intéressés à effectuer des nouveaux travaux, dans cette région, à avoir une meilleure compréhension du contexte. Ainsi, la base documentaire ministérielle sur les travaux des intervenants (GM) contient, en date de janvier 1995, trente (30) documents touchant une douzaine de propriétés. Vingt-huit (28) datent d'avant 1975 et quatorze (14) d'entre-eux ont été effectués entre 1957 et 1970.

En tout, neuf (9) intervenants se sont impliqués dans cette région dont quatre prospecteurs dans des travaux datant d'avant 1970 et cinq compagnies dans des travaux effectués après 1970. Les prospecteurs sont: Brosseau (1958-60), Sylor (1956-57), Ranger (1971-72) et Thompson (1960-1969). Ce dernier a travaillé intensément sur les indices cuprifères du lac Landron. Les compagnies qui se sont impliquées sur ce territoire sont : Sudbury Contact Mines (1972-74), SOQUEM (1969-74), Le Groupe Minier Brossard (1972-75), Camchib, Ressources Ltd. (1980-81) et Duncan R. Derry Ltd. (1967-68).

SOQUEM s'est donc impliquée dans la région avant la sortie du premier rapport sur la géochimie des sédiments de ruisseau (Kelly et al., 1972) ayant effectué ses propres levés géophysiques et géochimiques. Deux compagnies seulement se sont impliquées dans la région immédiatement après la sortie du levé géochimique du ministère; ce sont Sudbury Contact Mines (1972-74) et le Groupe Minier Brossard (1972-75).

La majorité des travaux effectués dans cette région sont du type prospection. Le nombre de documents dans lesquels on trouve des informations plus élaborées est tel que suit: des levés magnétiques dans 8 rapports, électromagnétiques dans 6 rapports, des forages dans 11 rapports et des analyses de roches dans 7 rapports. Des résultats de géochimie de sols et de sédiments de ruisseau ont été soumis dans huit (8) rapports. La liste des trente GM est fournie à l'annexe 1 **et les plus importants**

de ceux-ci ont été localisés sur la figure...
La très grande majorité des travaux ont été effectués dans le coin NO du feuillet 31N/1(8 rapports), le coin SO de 31N/8 (9 rapports) et sur le feuillet 31N/9 (7 rapports).

Dans l'ensemble de ces travaux ainsi que dans l'interprétation des quelques levés géochimiques effectués par les compagnies, c'est la recherche de cuivre qui occupait la place privilégiée. Aucune recherche de gîtes zincifères de type SEDEX n'est ni notée, ni même suggérée dans les travaux statutaires soumis.

GM	ANNÉE	TRAVAUX	COMPAGNIE OU PROSPECTEUR	SNRC	CANTON	MINÉRALISATION
05595	1957	1 sondage	H. Sylor	31 N 1	Froidevaux	
05599	1957	analyse du sondage	H. Sylor	31 N 1	Froidevaux	
05607	1957	forage et description	H. Sylor	31 N 1	Froidevaux	
05647	1957	rapport complet du sondage	H. Sylor	31 N 1	Froidevaux	
09248A	1959	3 rapports de sondage et analyses	A. Brosseau	31 N 10	Gatineau 130	sulfures dans amphibolites
09248B	1960	5 rapports de sondage	A. Brosseau	31 N 10	Gatineau 130	sulfures dans gabbro
11358	1961	6 rapports de sondage	A. C. Thompson	31 N 9	Gatineau 120	Cu - maximum 3 à 4 % magnétite 30 à 40 %
13352	1963	3 rapports de sondage et analyses	A. C. Thompson	31 N 9	Gatineau 120	traces de Cu
13354	1963	levé magnétique	A. C. Thompson	31 N 10	Foligny	58.8 % de Fe; traces de Cu
15068	1964	8 rapports de sondage	A. C. Thompson	31 N 9	Gatineau 120	traces de Cu
16170	1964	rapport d'inspection - A. F. Laurin	A. C. Thompson	31 N 9	Gatineau 120	traces de Cu dans métagabbro
18098	1966	7 rapports de sondage	A.C. Thompson	31 N 9	Gatineau 120	
24360	1968	3 rapports de sondage et analyses	D. R. Derry et autres	31 O 12	Gatineau 091	27' Po massive dans amphibolite traces Cu, Mo; graphite
26510	1970	levés mag. et E.M.	SOQUEM	31 O 5	Gatineau 90	
27217	1969	rapport géologique et levé de P.P.	A. C. Thompson	31 N 9	Gatineau 120	jusqu'à 2% Cu
27742	1971	3 sondages; levés mag. et E.M.	SOQUEM	31 O 5	Gatineau 90	
28226	1972	7 sondages	Ranger	31 N 9	Gatineau 120	
29163	1973	levé géochimique	Groupe Minier Brossard etc.	31 N 8	Cardinal	
29424	1973	levé géochimique	Sudbury contact Mines	31 N 1 et 8	Cardinal-Loubias	
29463	1973	géochimie des sols	Groupe Minier Brossard etc.	31 N 8 31 O 5	Gatineau 90	
29464	1973	géochimie des sols	Groupe Minier Brossard etc.	31 N 8 31 O 5	Gatineau 90	
29466	1973	analyses de sols	Groupe Minier Brossard	31 N 8 31 O 5	Gatineau 90	

NB: Les travaux d'exploration les plus importants sont localisés sur la figure 48.

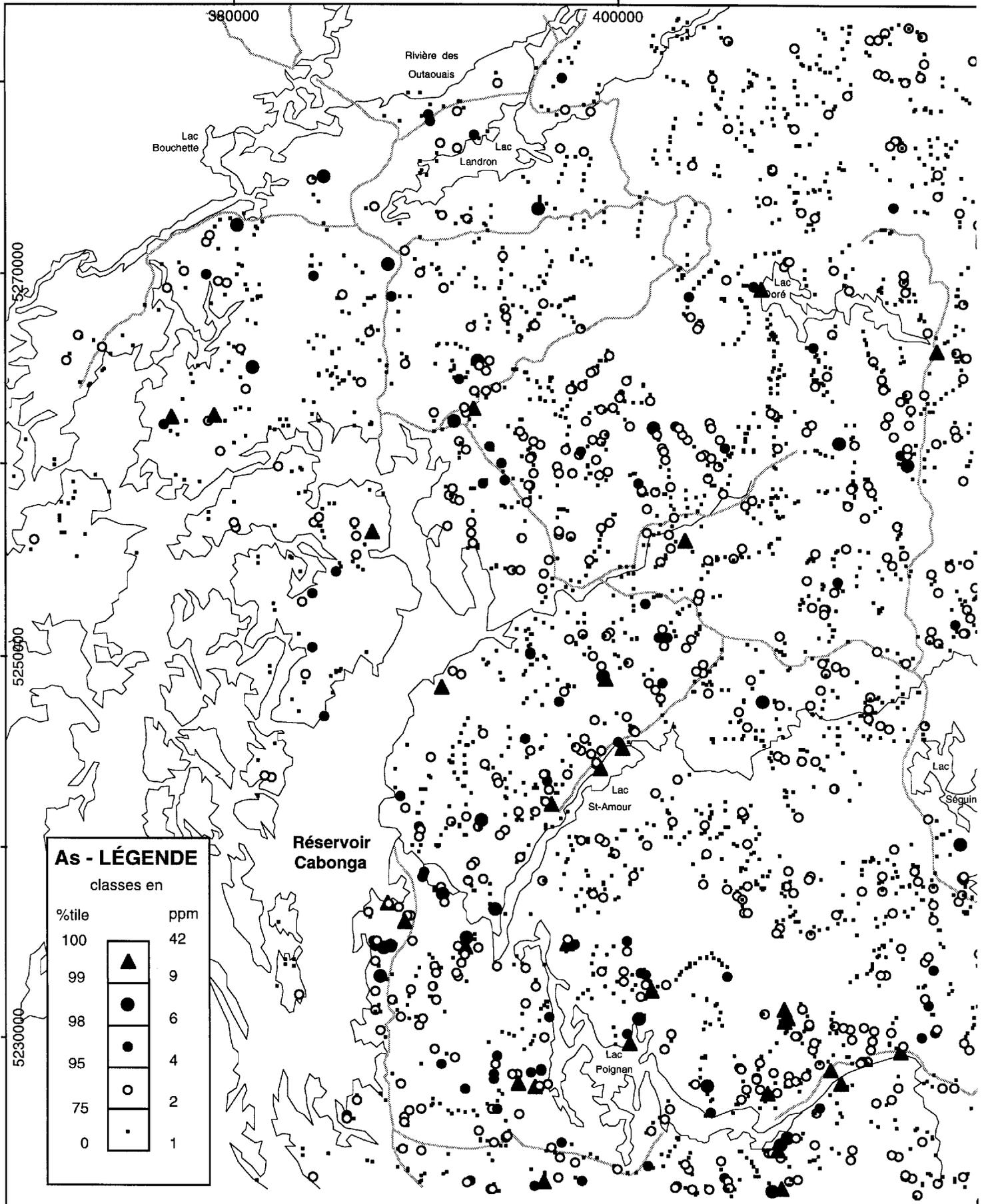
GM	ANNÉE	TRAVAUX	COMPAGNIE OU PROSPECTEUR	SNRC	CANTON	MINÉRALISATION
30135	1974	rapport de levé géochimique	Groupe Minier Brossard etc.	31 N 8	Cardinal	
30424	1974	levés géochimique, mag. et E. M.	Sudbury Contact Mines	31 N 1 à 8	Cardinal - Loubias	
31340	1975	avis - non renouvellement de claims	Groupe Minier Brossard etc.	31 N 8	Cardinal	
35487	1973	levé magnétique	SOQUEM	31 N 1 à 8 31 O 4 à 5		
35522	1971	levés géochimique, mag. et E. M.	SOQUEM	31 N 1	Cardinal	
37434	1981	rapport géologique; 4 sondages	Camchib Resources	31 O 12	Gatineau 104	traces de Cu; pyrrhotine, magnétite

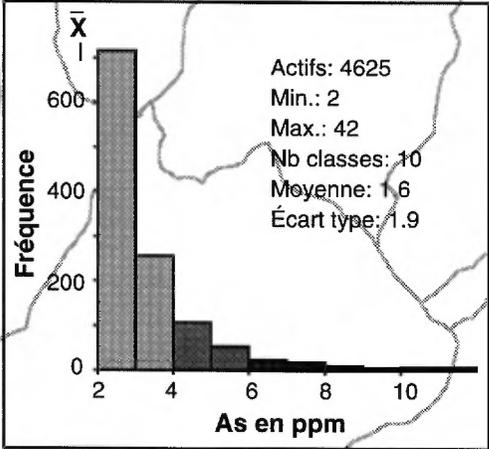
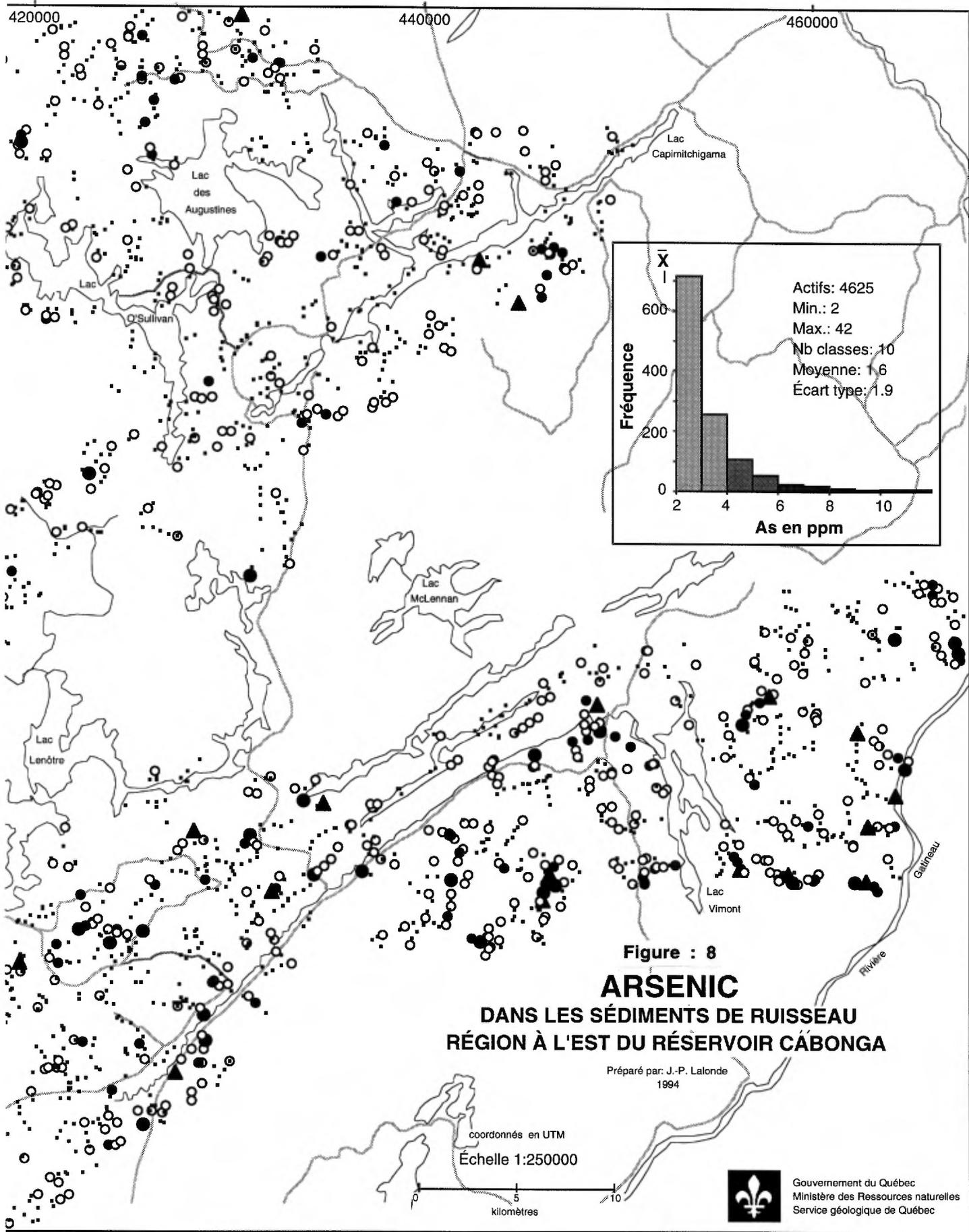
NB: Les travaux d'exploration les plus importants sont localisés sur la figure 48.

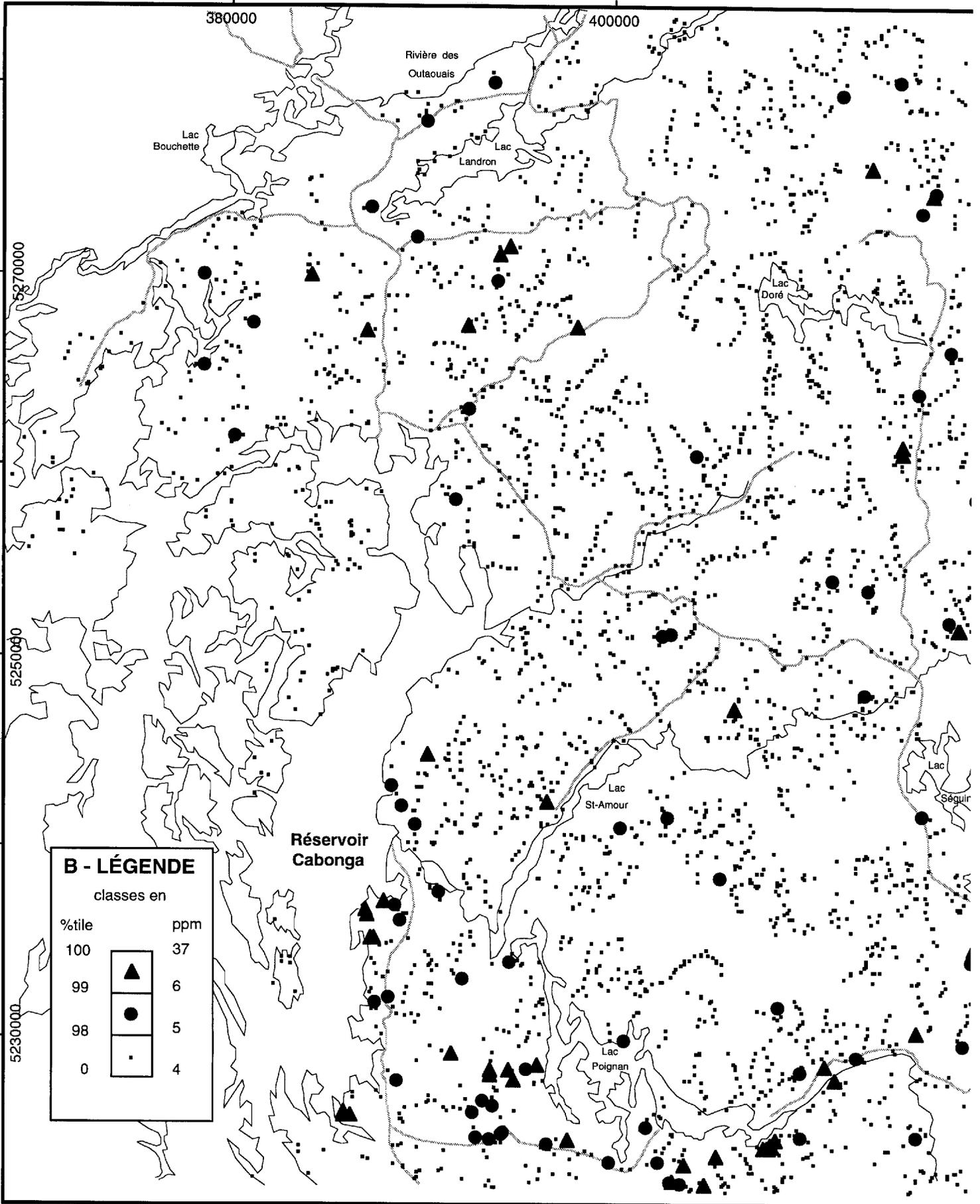
ANNEXE 2**Figures géochimiques présentant l'information ponctuelle en noir et blanc**

Figures 8 à 25

As
B
Ba
Br
Ca-----
Cd
Ce
Co
Cu
Fe-----
Mg
Mn
Ni
P
Pb-----
Sr
U
Zn



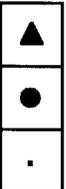


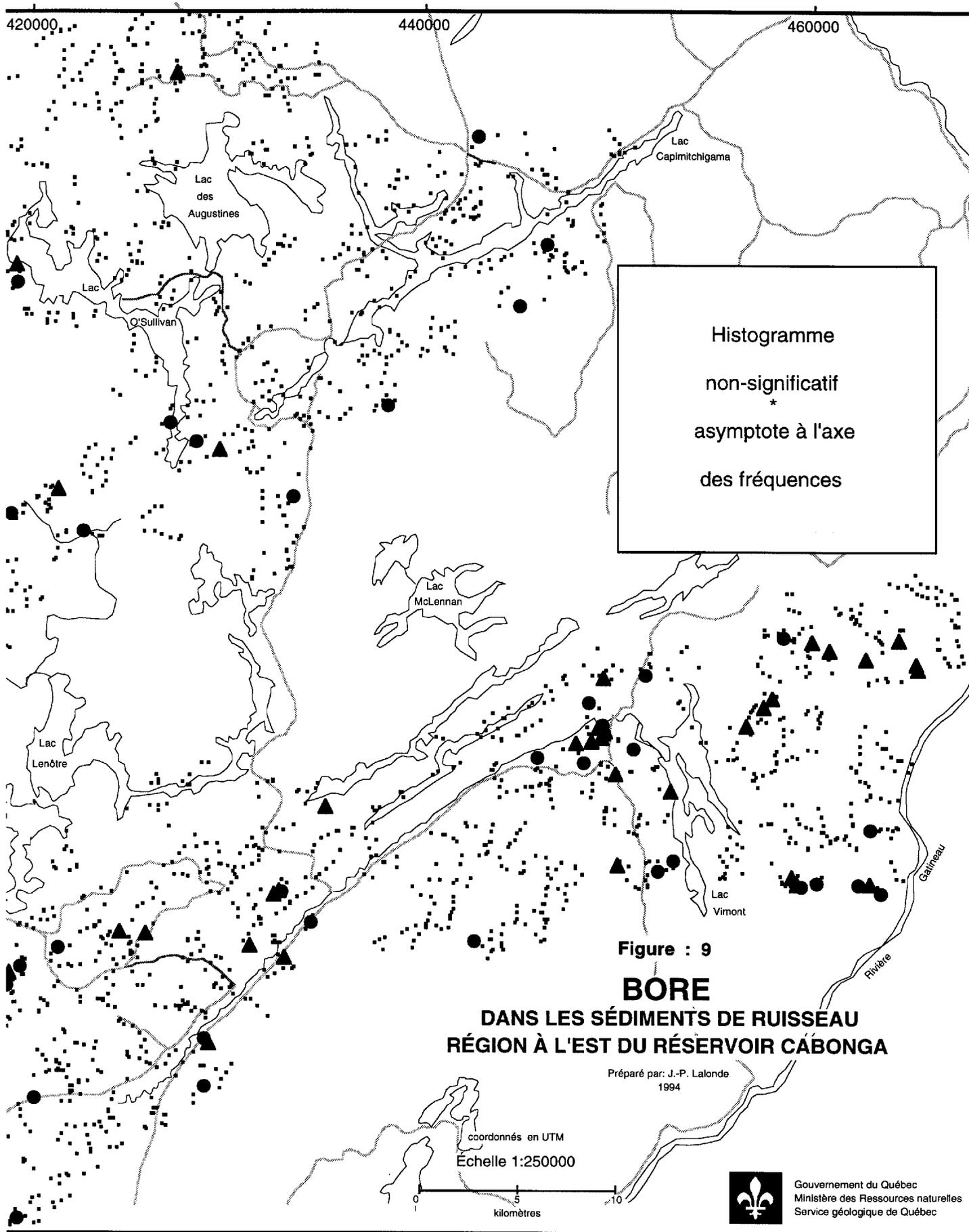


B - LÉGENDE

classes en

%tile	ppm
100	37
99	6
98	5
0	4





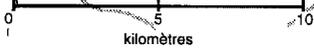
Histogramme
 non-significatif
 *
 asymptote à l'axe
 des fréquences

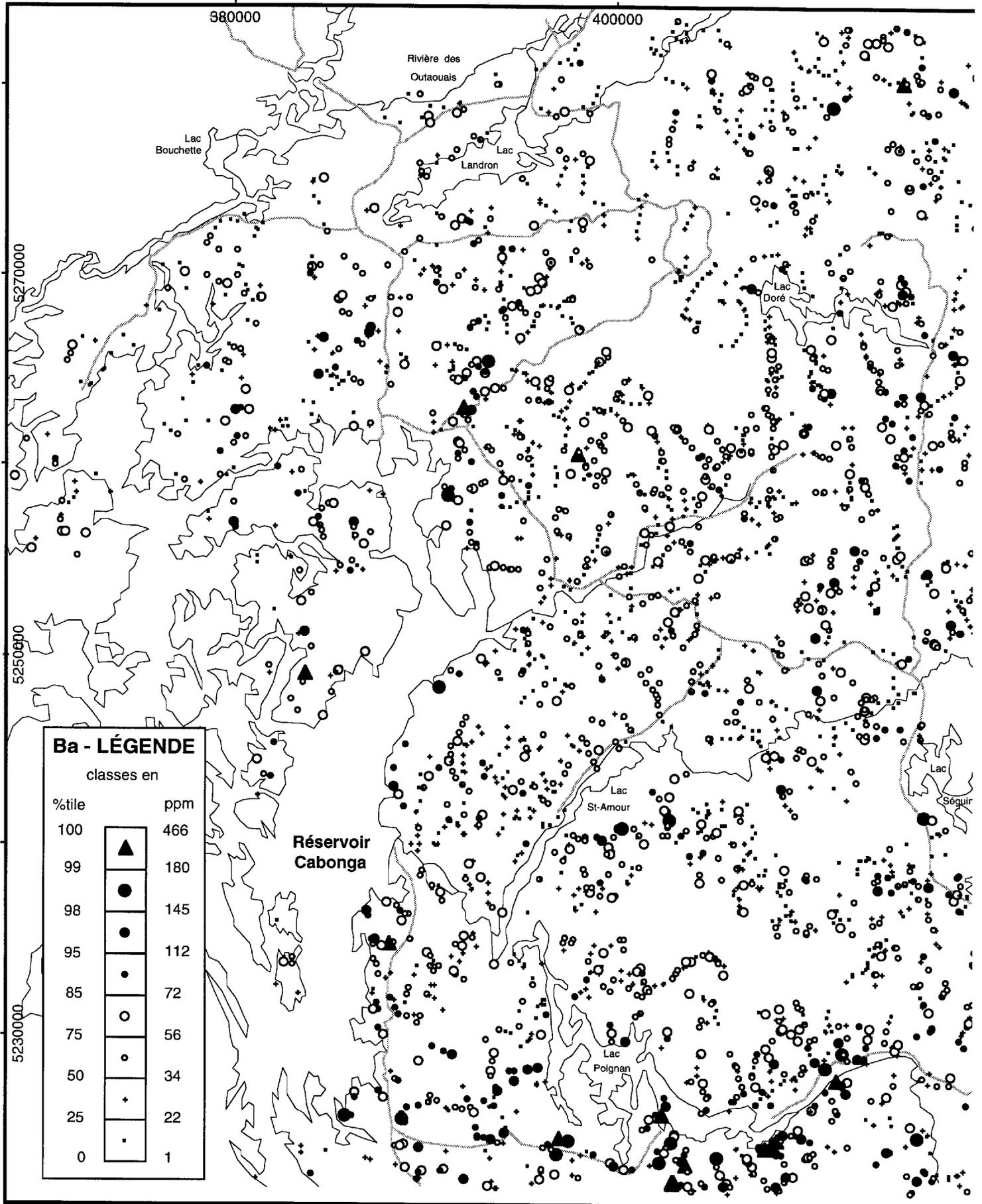
Figure : 9

BORE
 DANS LES SÉDIMENTS DE RUISSEAU
 RÉGION À L'EST DU RÉSERVOIR CÂBONGA

Préparé par: J.-P. Lalonde
 1994

coordonnés en UTM
 Echelle 1:250000

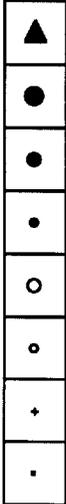


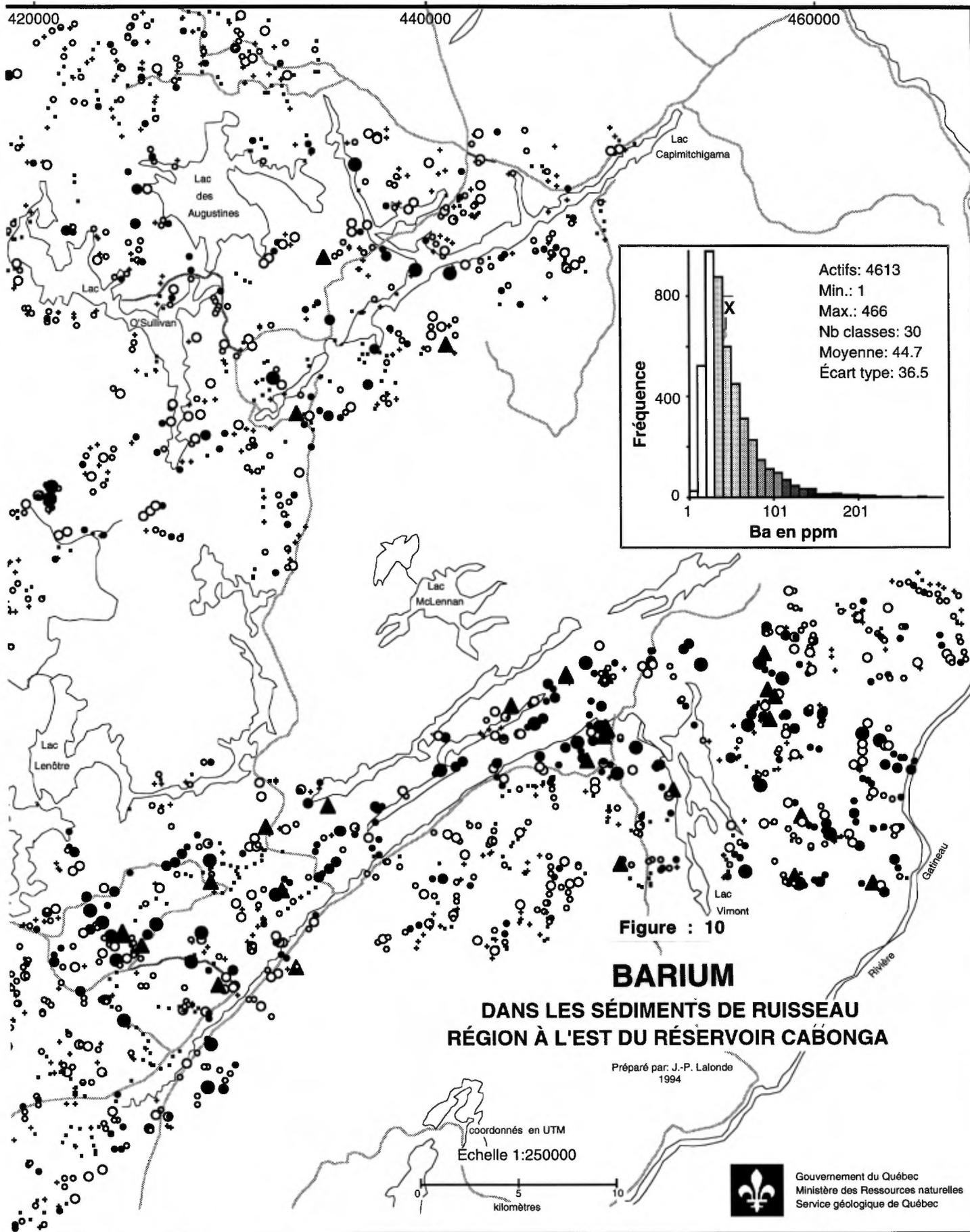


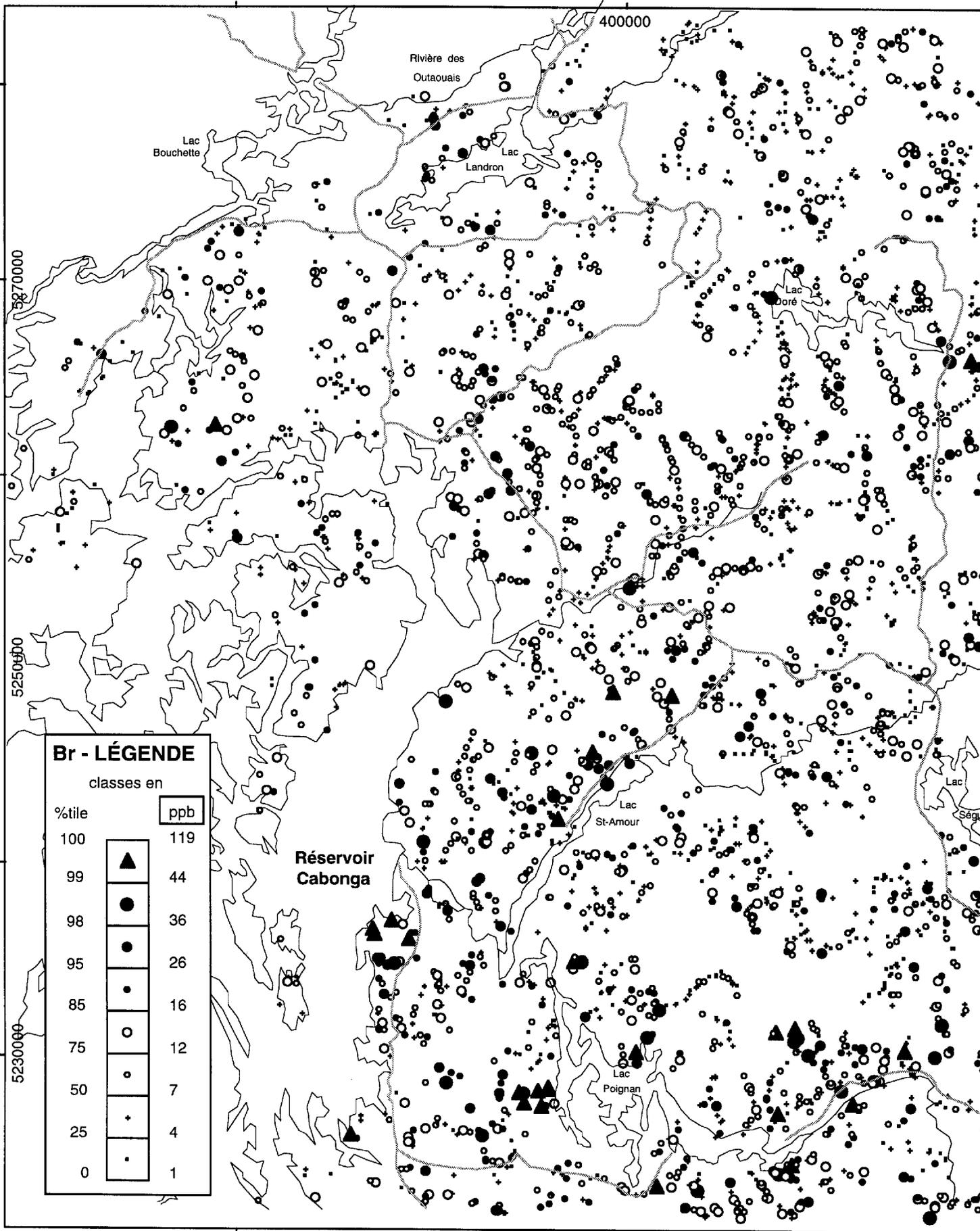
Ba - LÉGENDE

classes en

%tile	ppm
100	466
99	180
98	145
95	112
85	72
75	56
50	34
25	22
0	1







Br - LÉGENDE

classes en

%tile	ppb
100	119
99	44
98	36
95	26
85	16
75	12
50	7
25	4
0	1

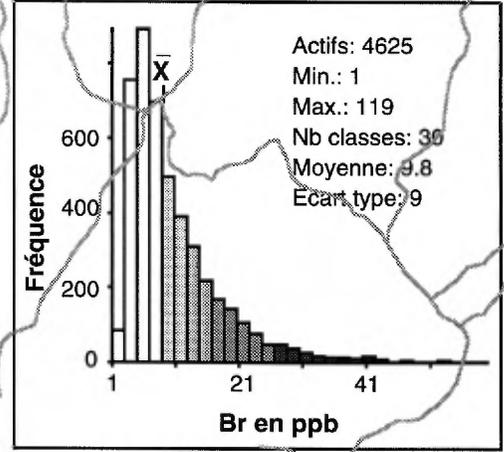
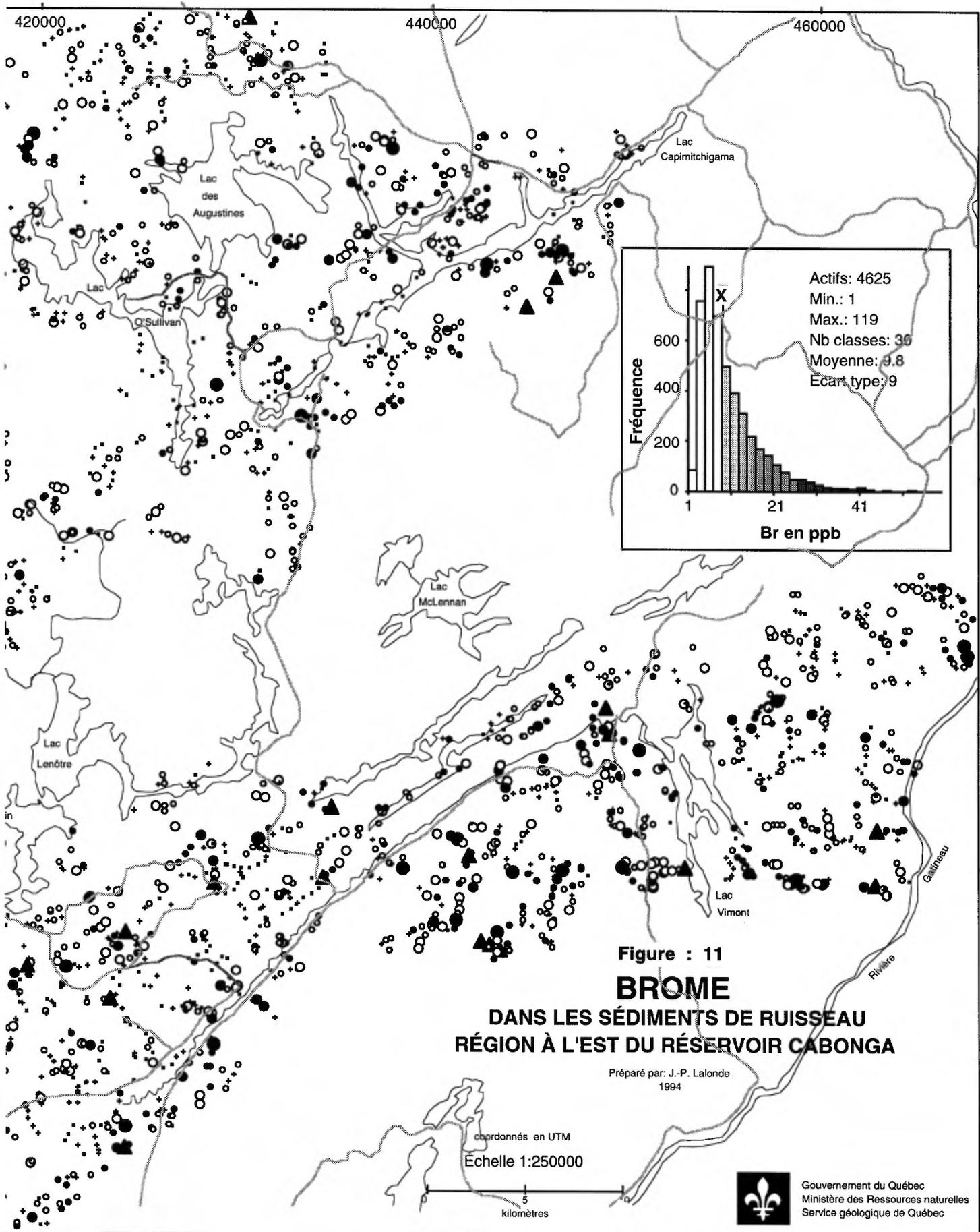
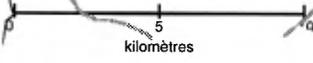


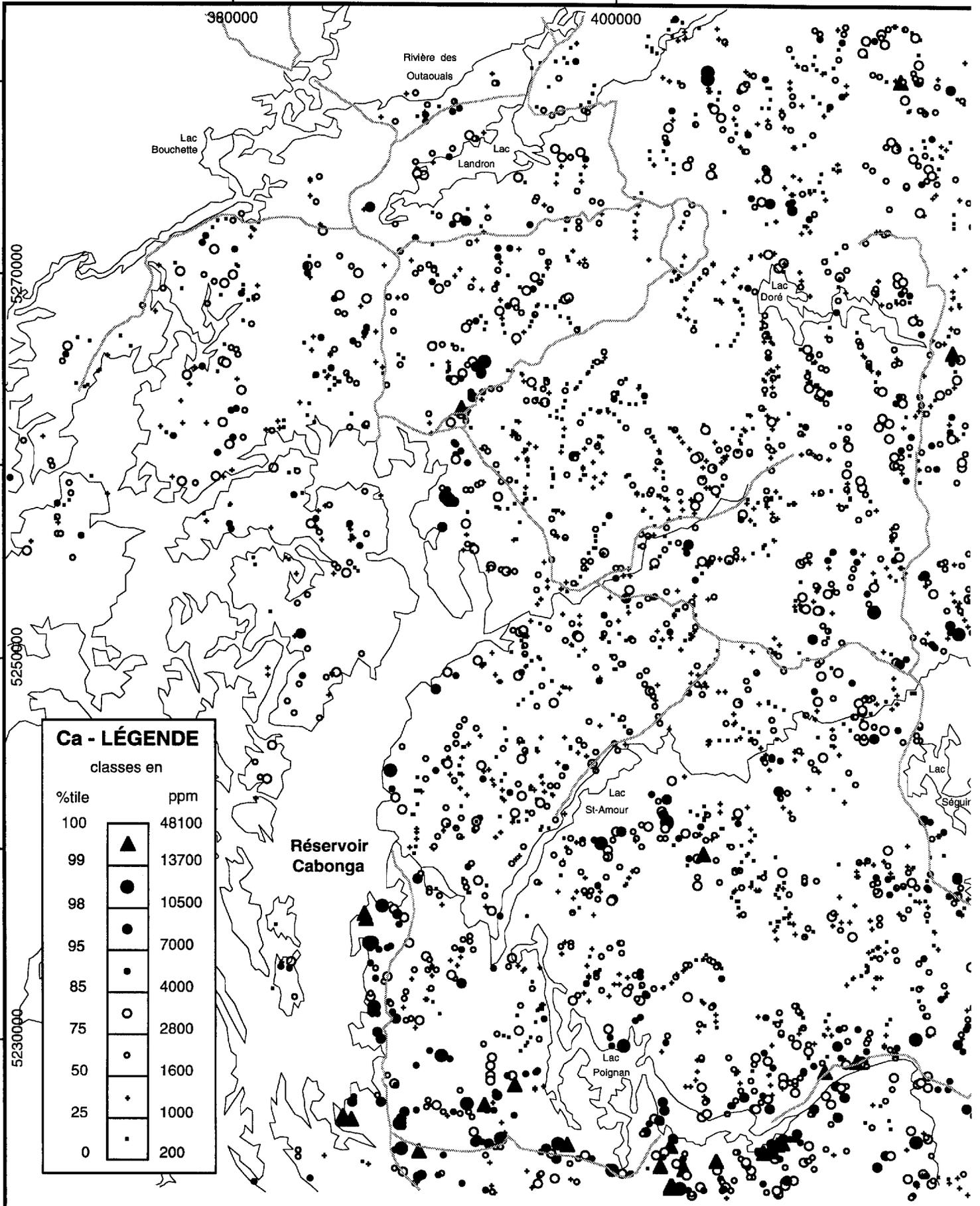
Figure : 11
BROME
 DANS LES SÉDIMENTS DE RUISSEAU
 RÉGION À L'EST DU RÉSERVOIR CABONGA

Préparé par: J.-P. Lalonde
 1994

Coordonnées en UTM
 Echelle 1:250000



Gouvernement du Québec
 Ministère des Ressources naturelles
 Service géologique de Québec



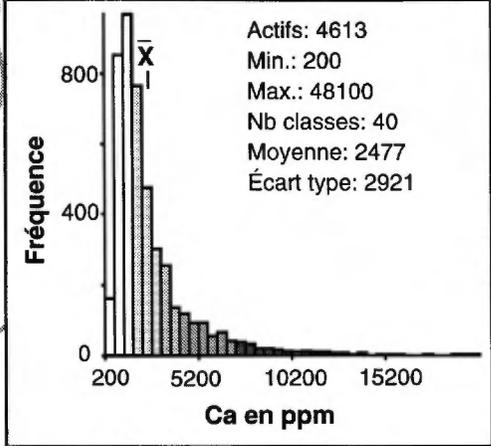
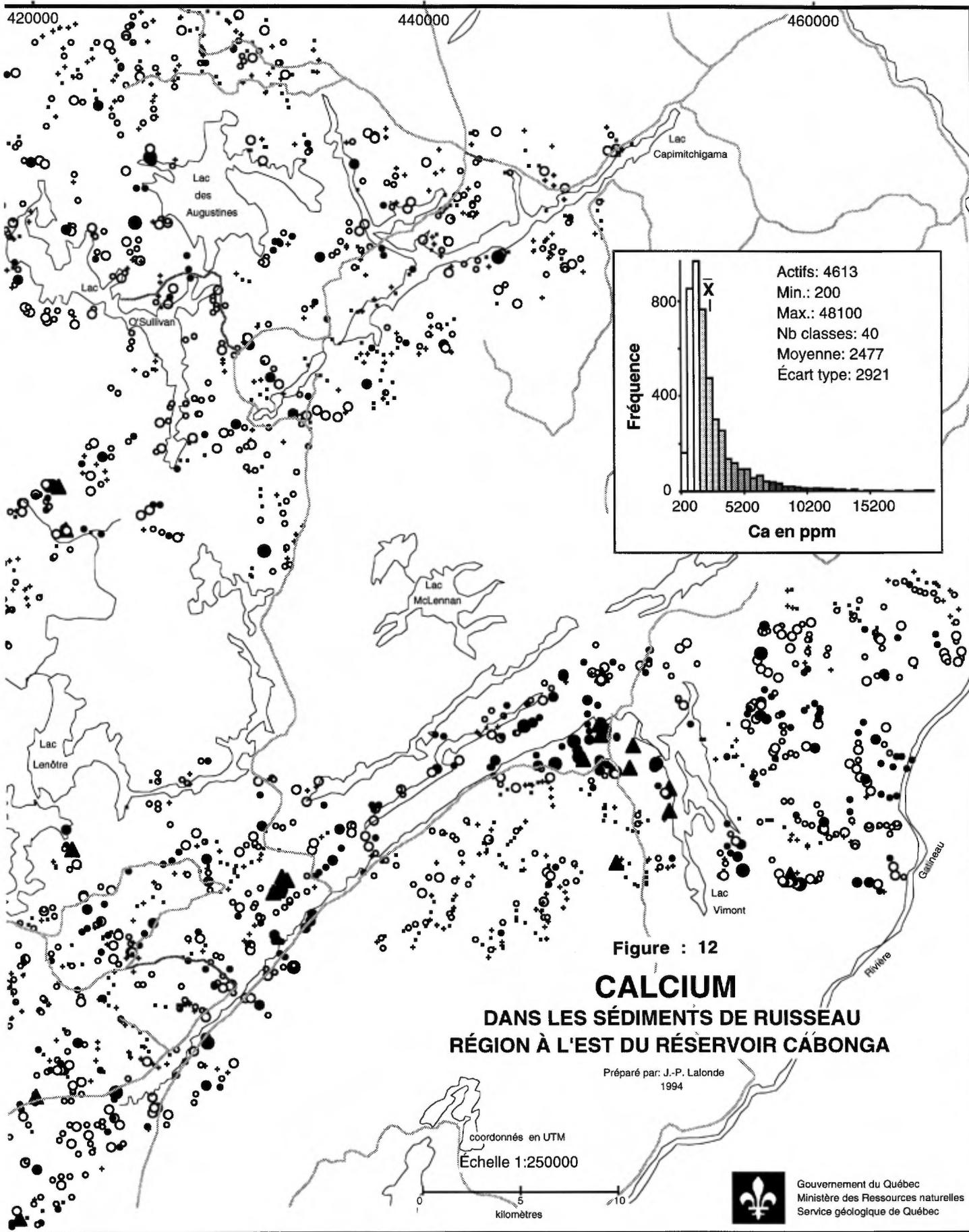
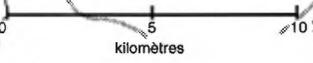


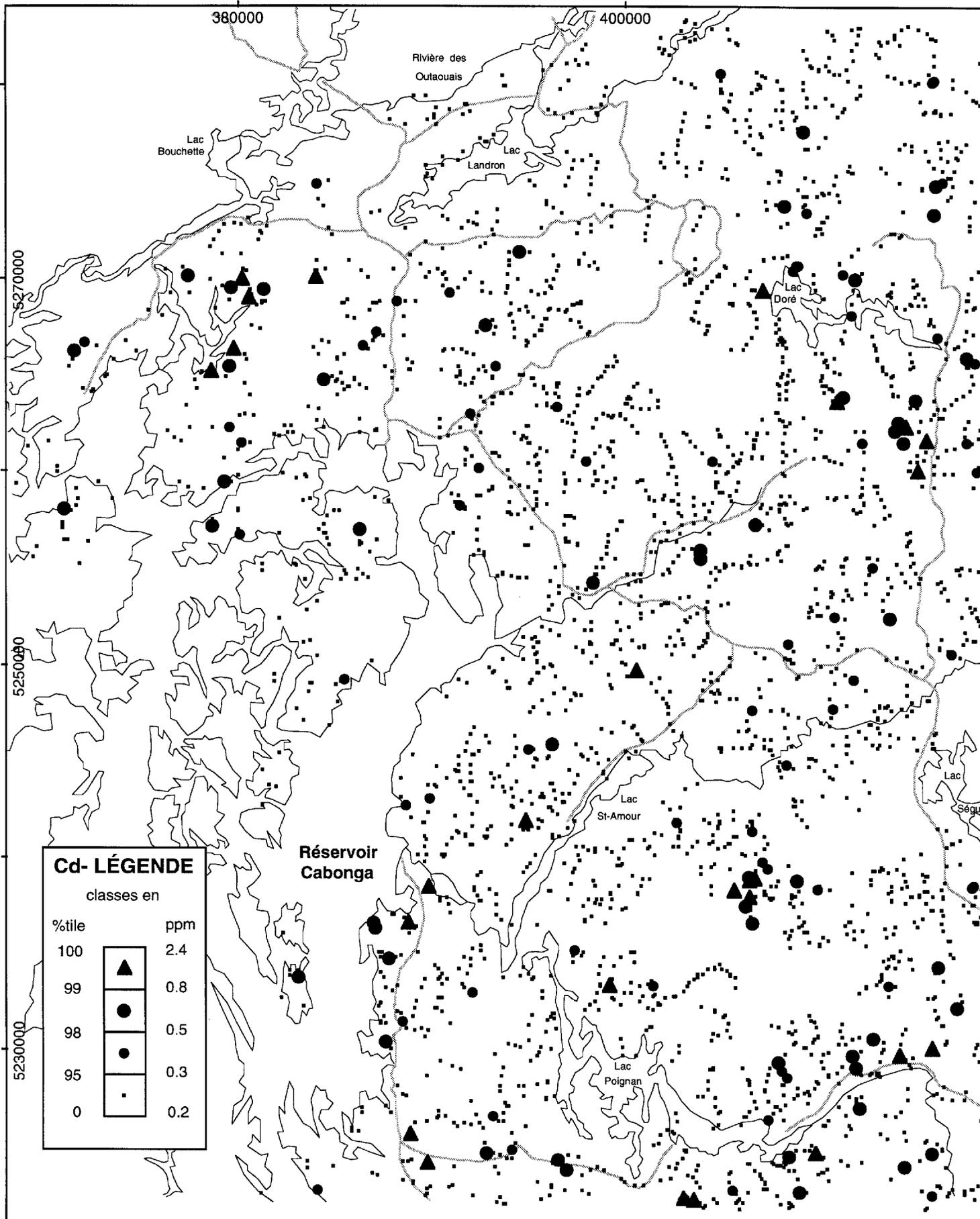
Figure : 12
CALCIUM
 DANS LES SÉDIMENTS DE RUISSEAU
 RÉGION À L'EST DU RÉSERVOIR CÂBONGA

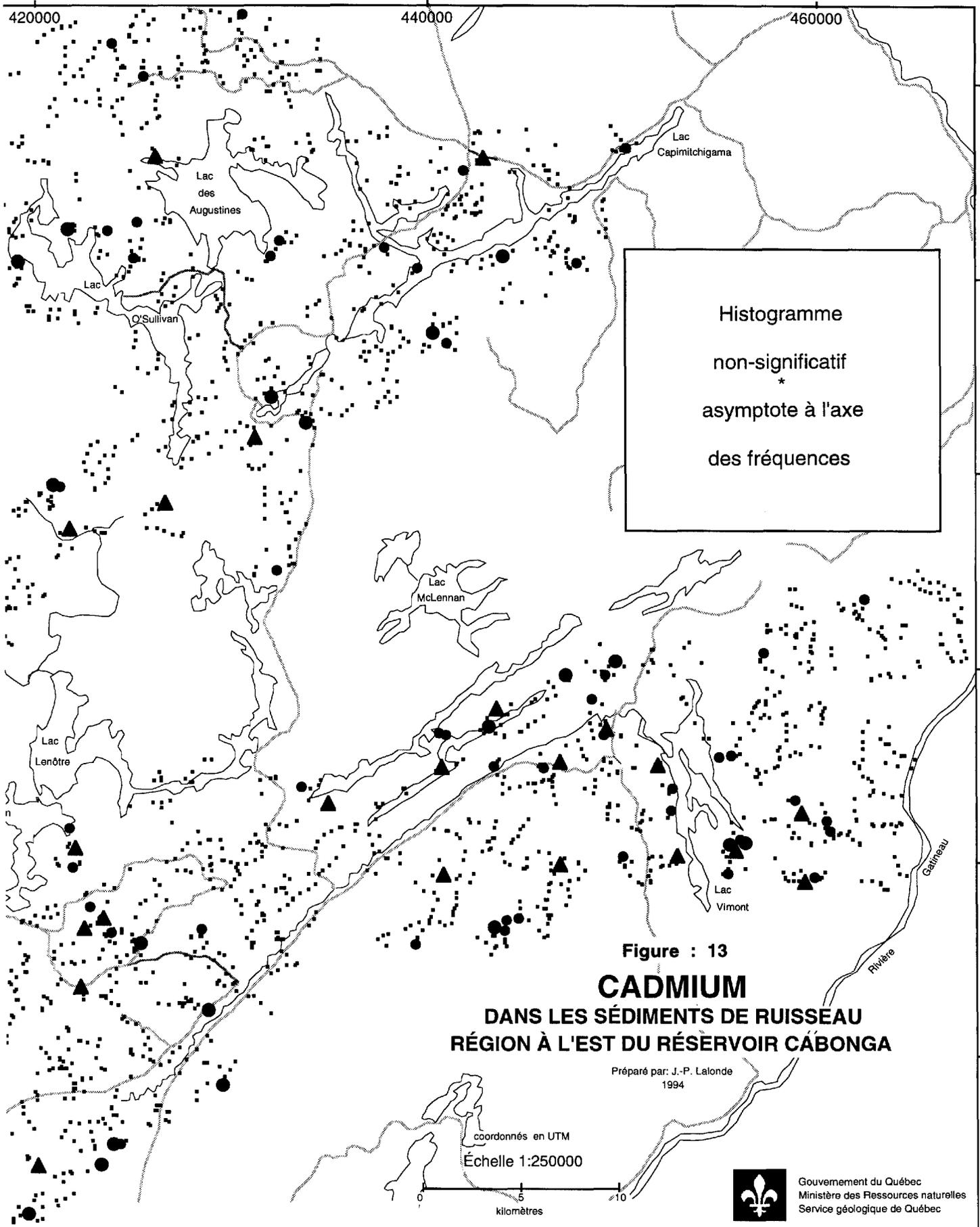
Préparé par: J.-P. Lalonde
 1994

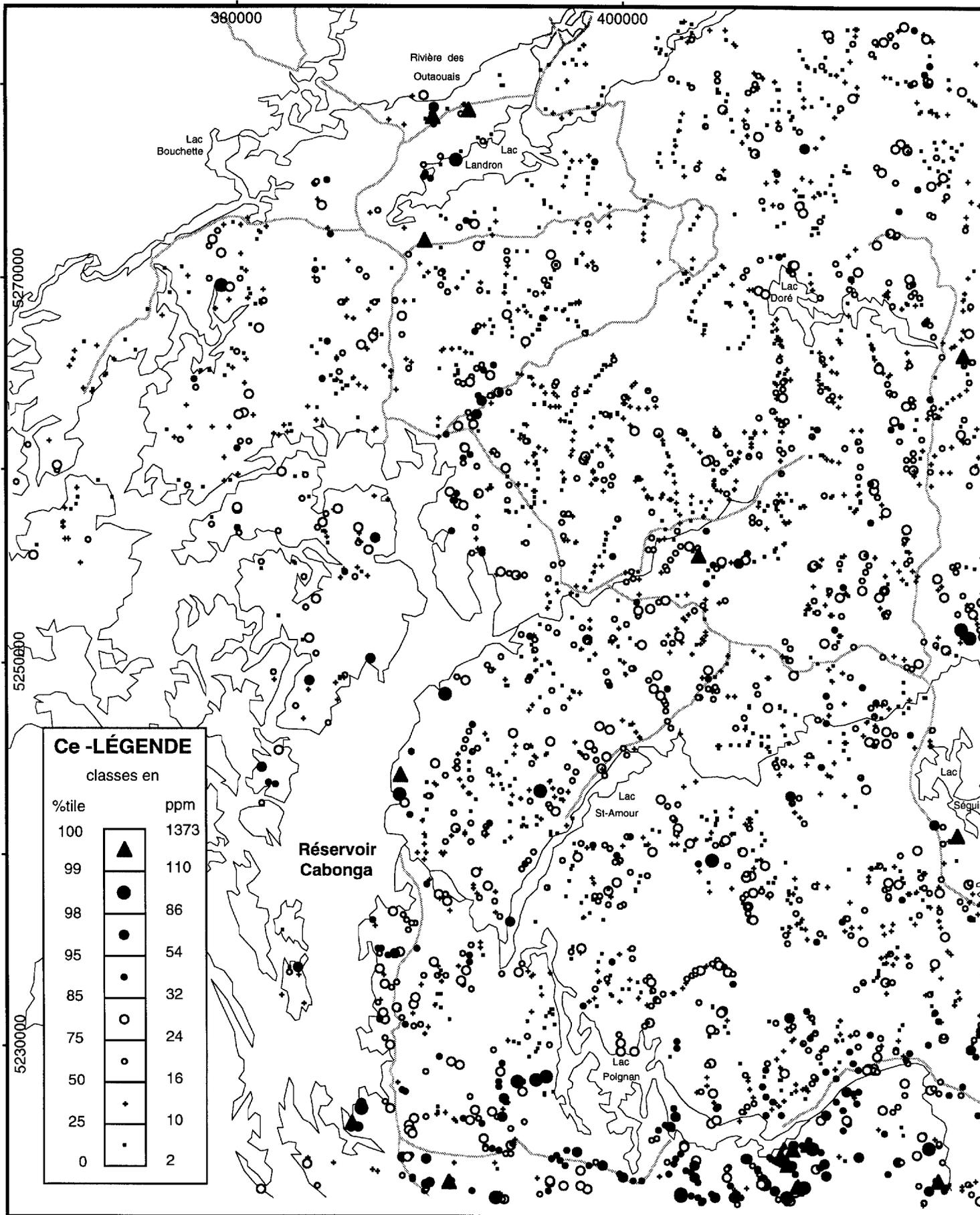
coordonnés en UTM
 Échelle 1:250000



Gouvernement du Québec
 Ministère des Ressources naturelles
 Service géologique de Québec







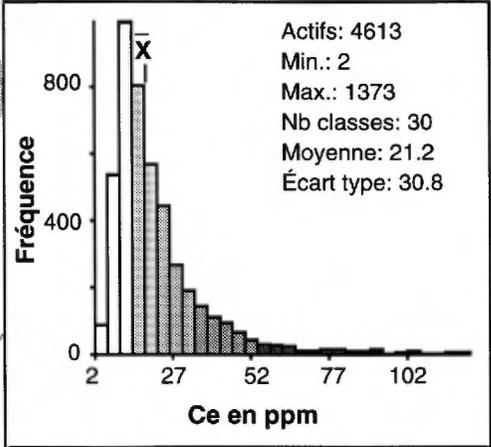
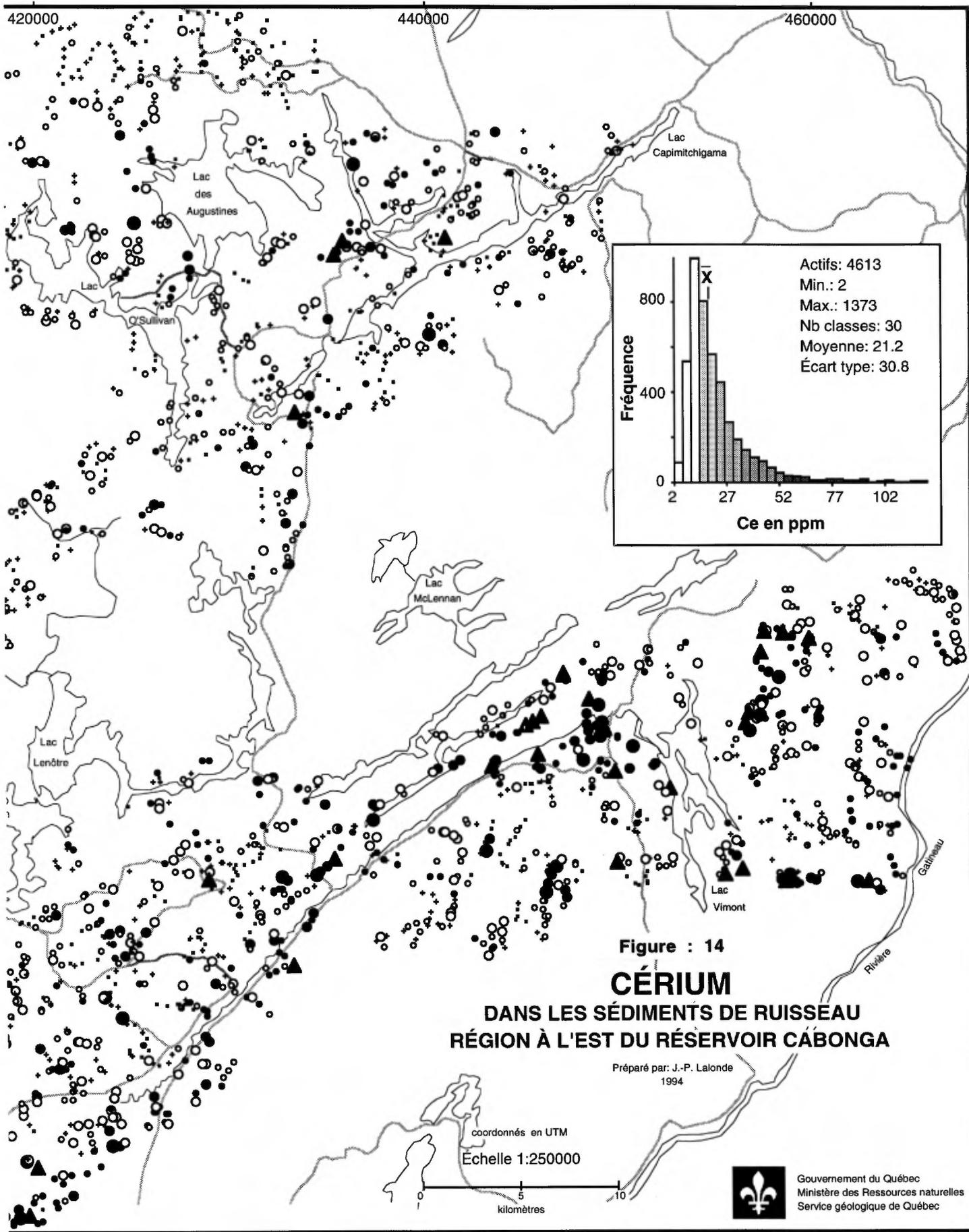
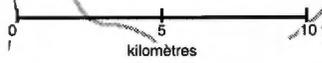


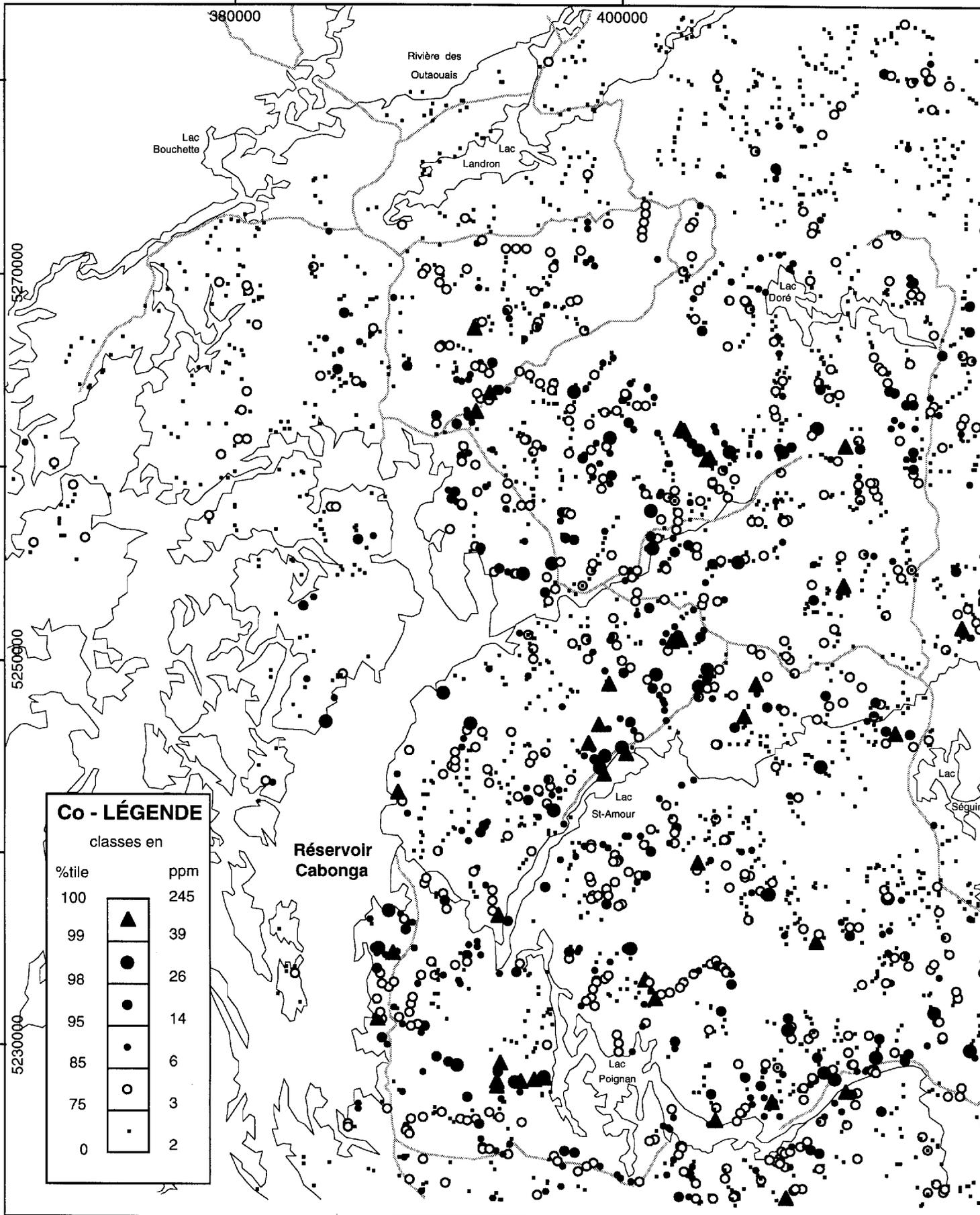
Figure : 14
CÉRIUM
 DANS LES SÉDIMENTS DE RUISSEAU
 RÉGION À L'EST DU RÉSERVOIR CABONGA

Préparé par: J.-P. Lalonde
 1994

coordonnés en UTM
 Échelle 1:250000



Gouvernement du Québec
 Ministère des Ressources naturelles
 Service géologique de Québec



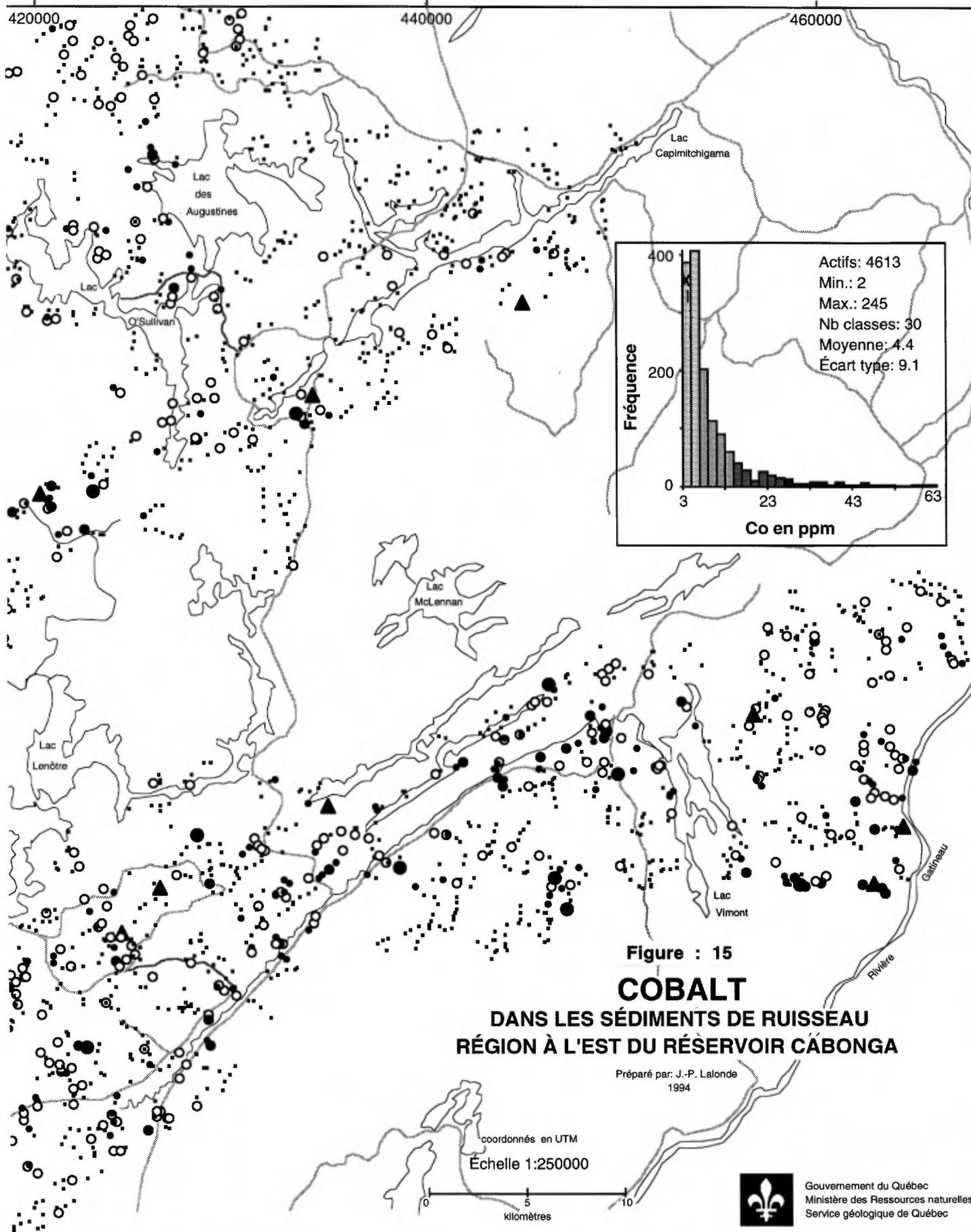
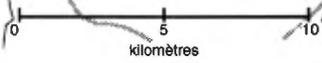


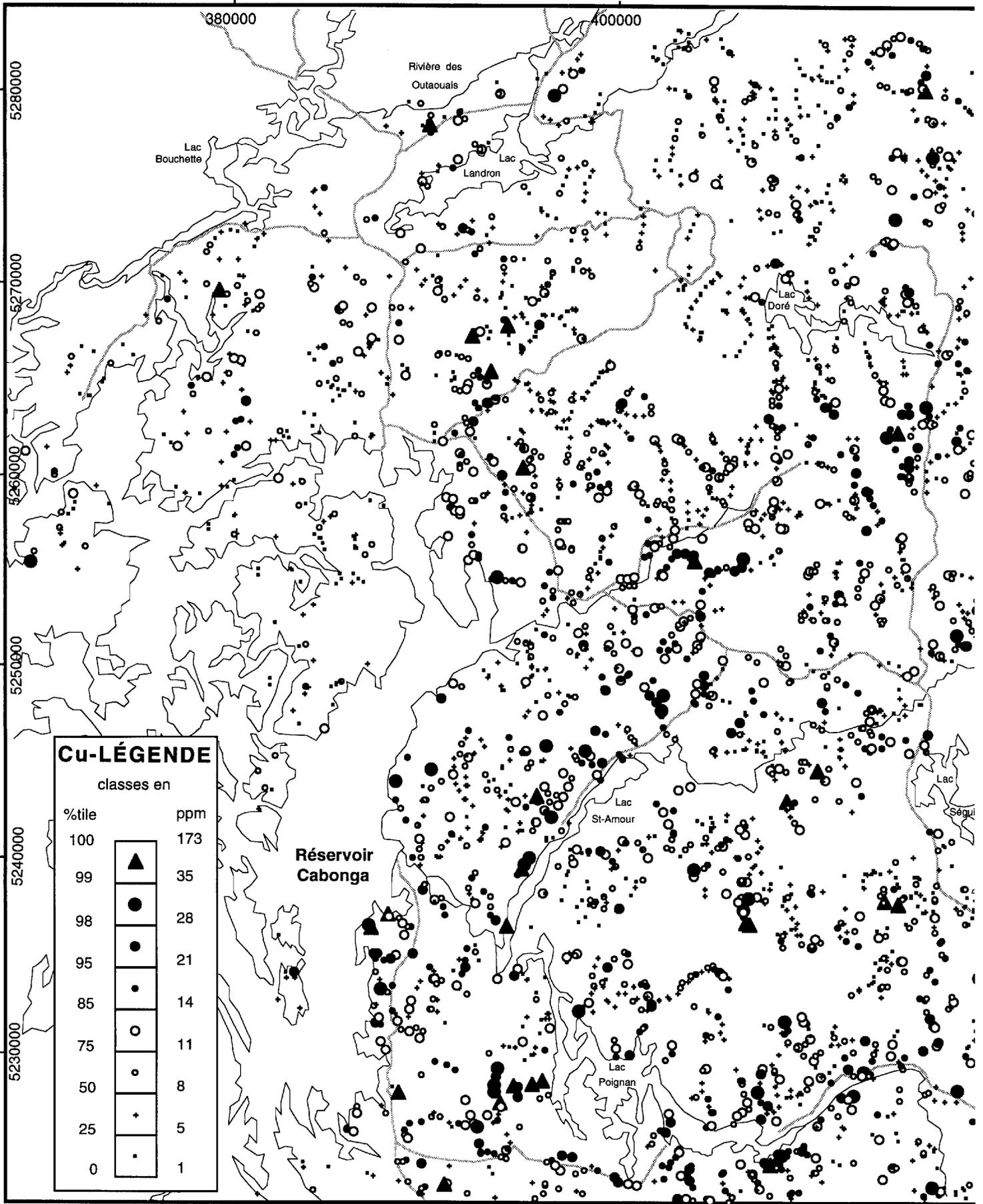
Figure : 15
COBALT
 DANS LES SÉDIMENTS DE RUISSEAU
 RÉGION À L'EST DU RÉSERVOIR CABONGA

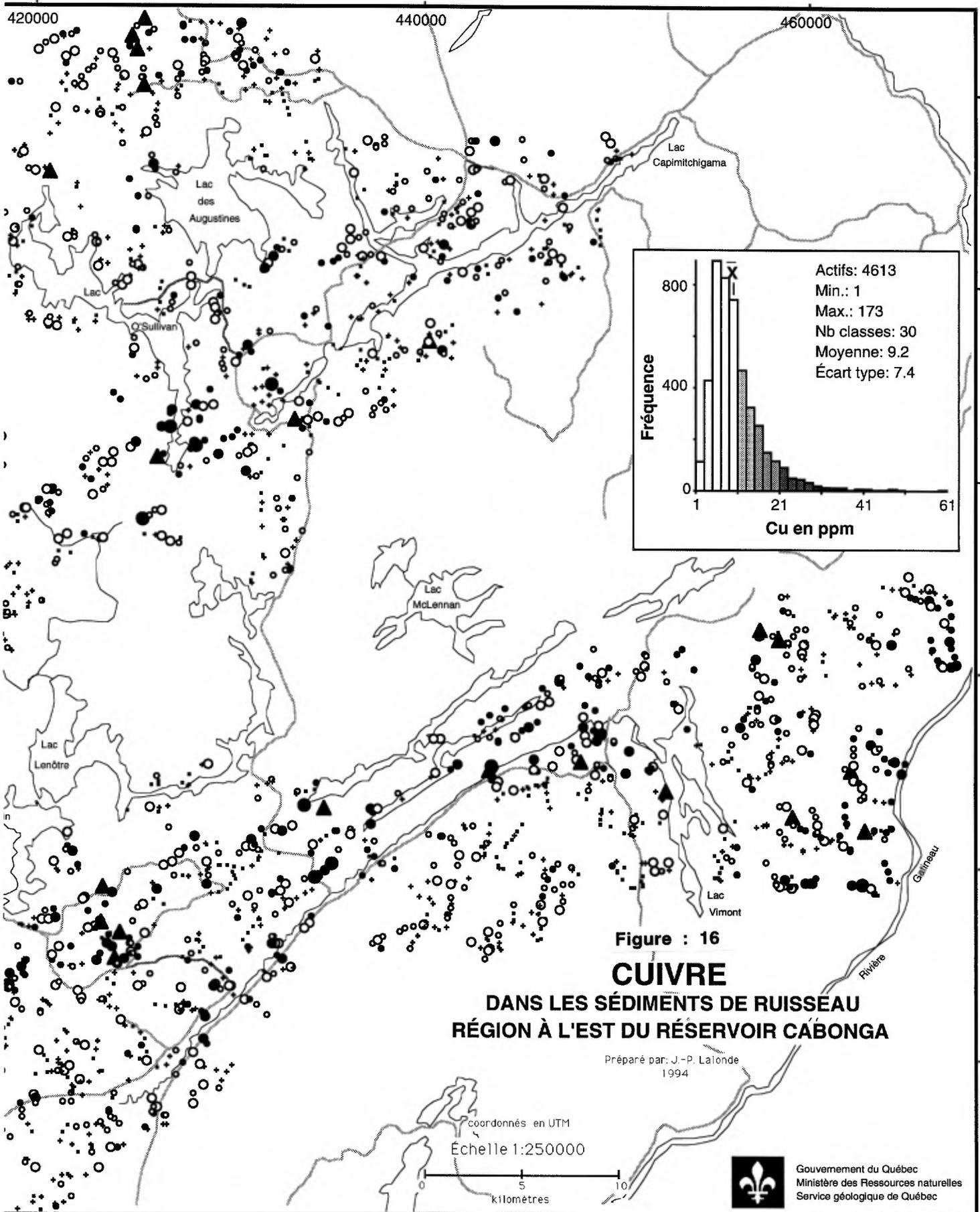
Préparé par: J.-P. Lalonde
 1994

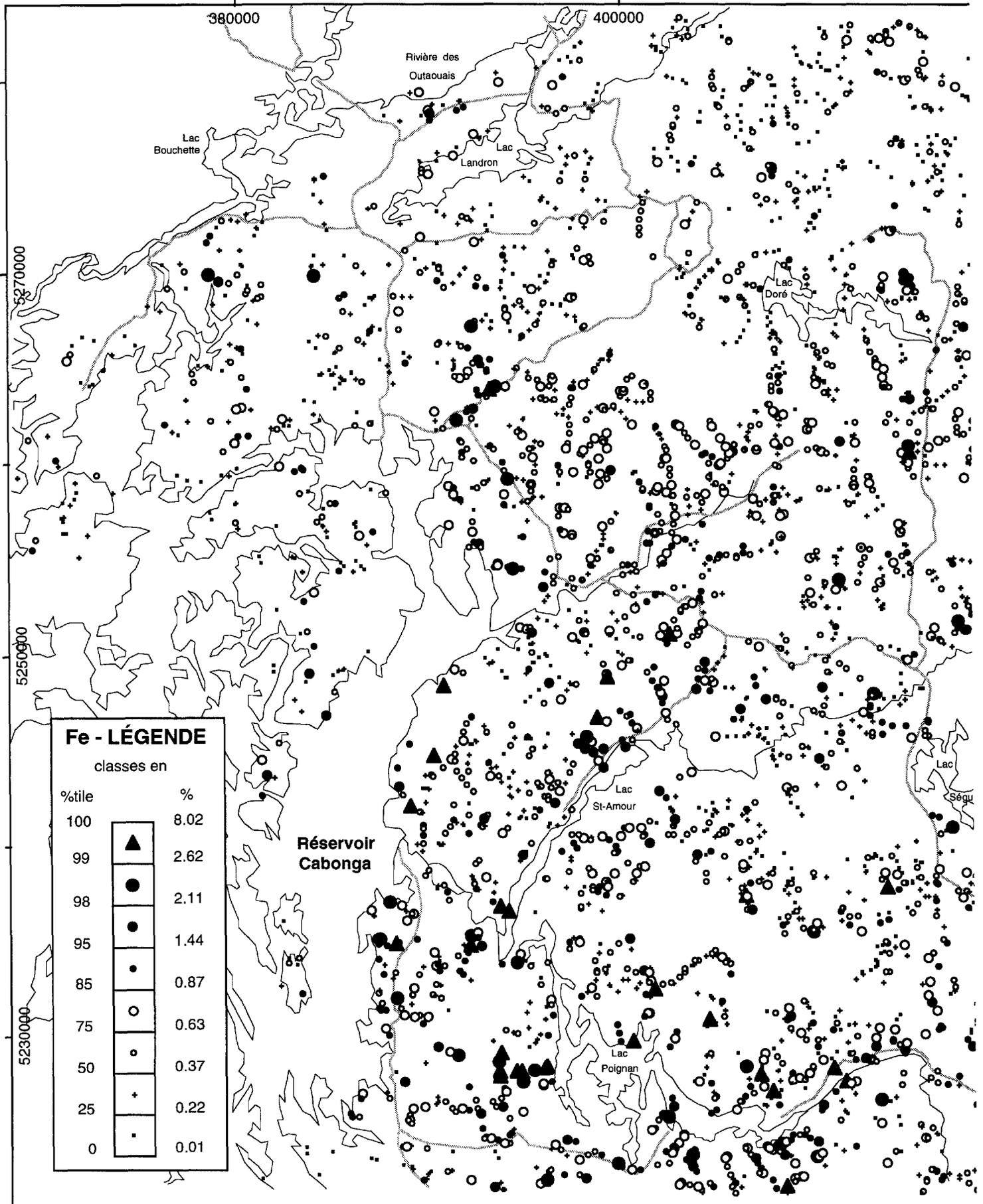
coordonnés en UTM
 Échelle 1:250000

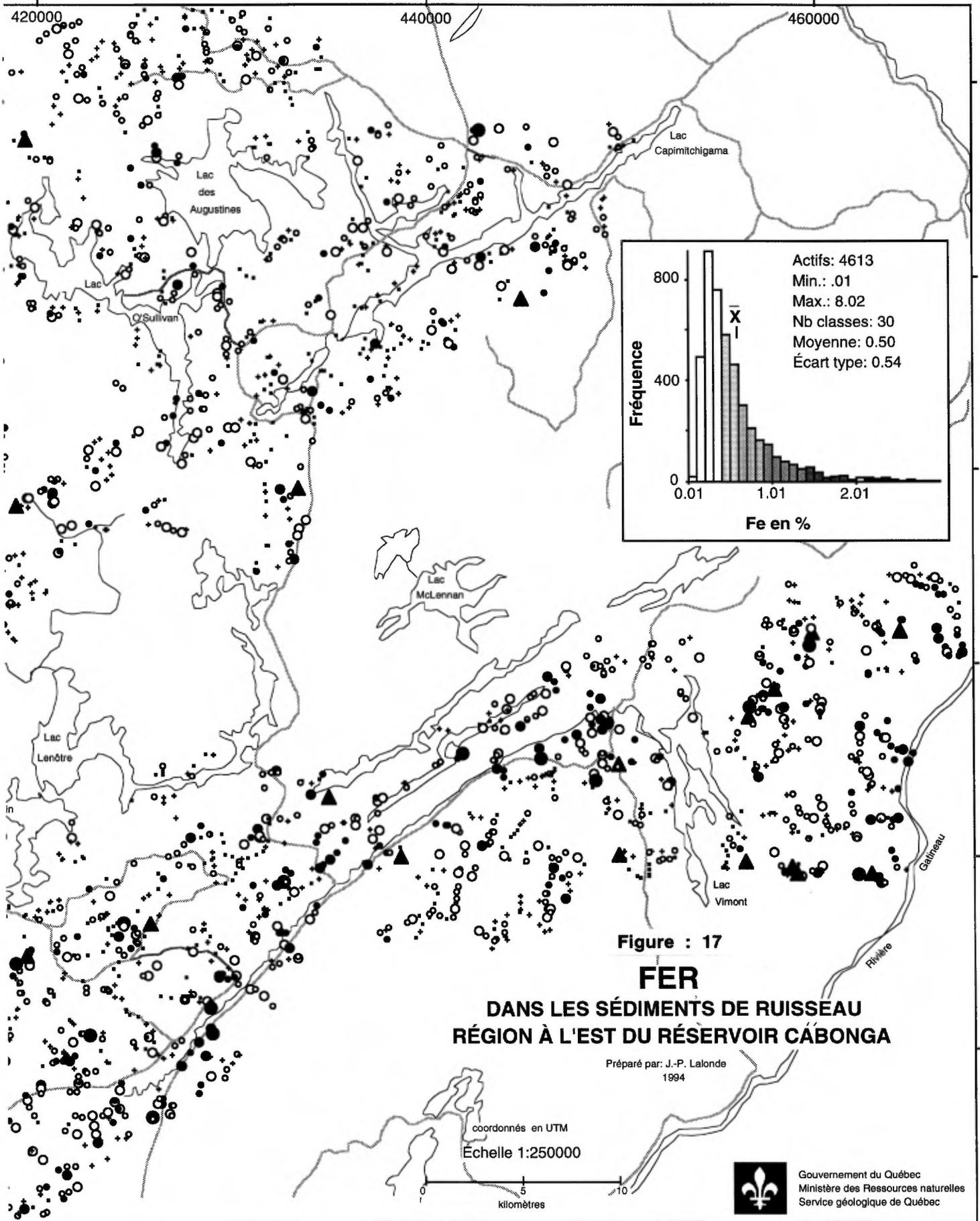


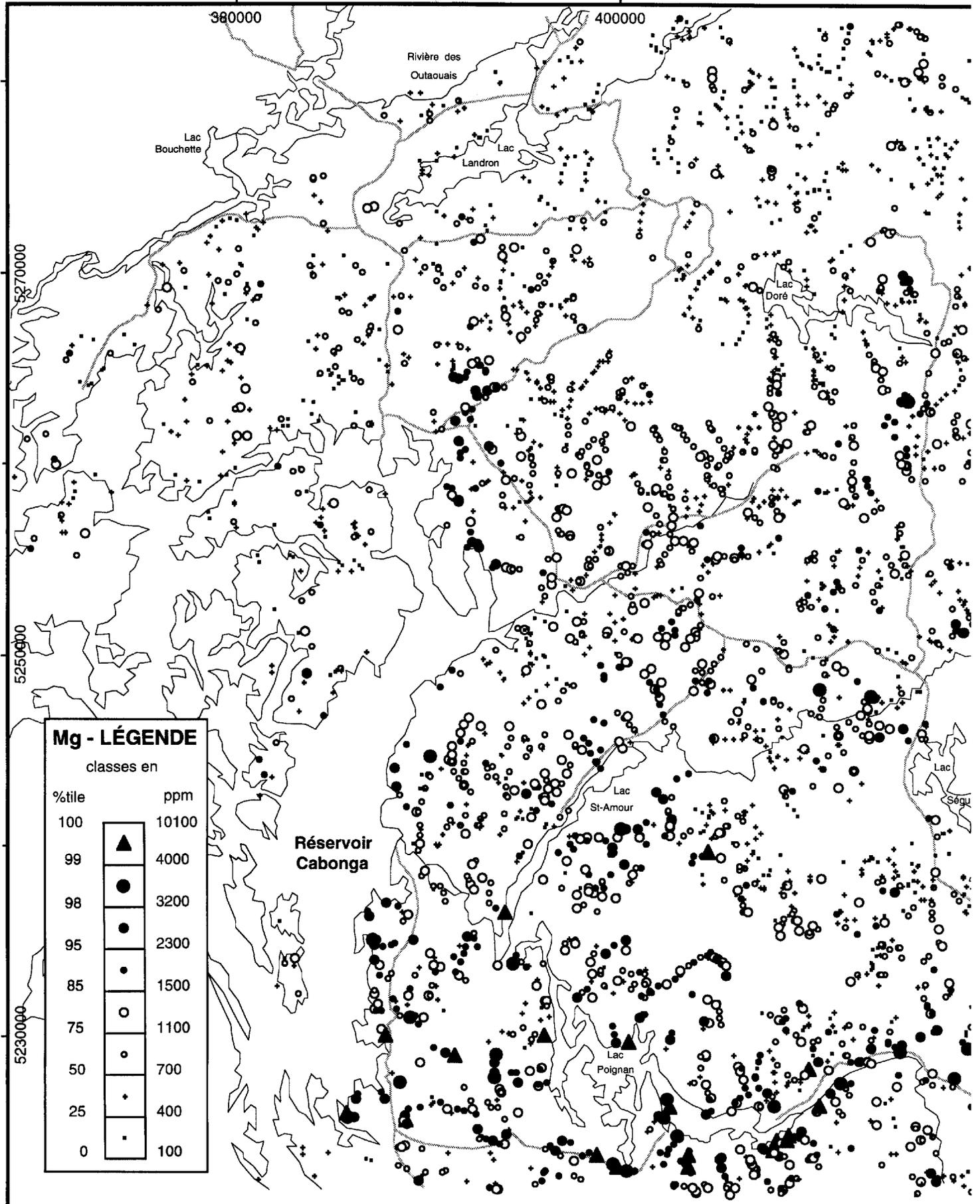
Gouvernement du Québec
 Ministère des Ressources naturelles
 Service géologique de Québec

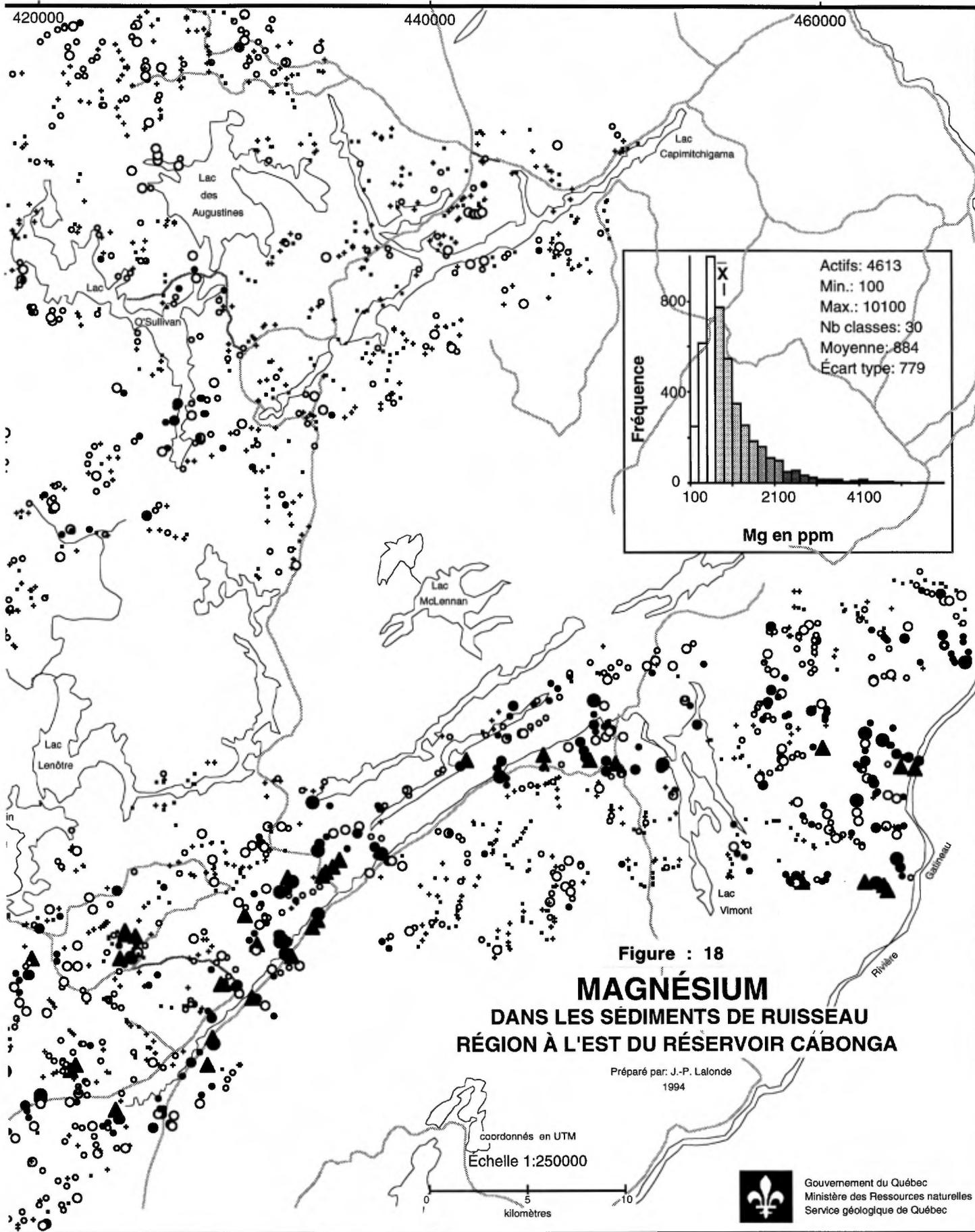


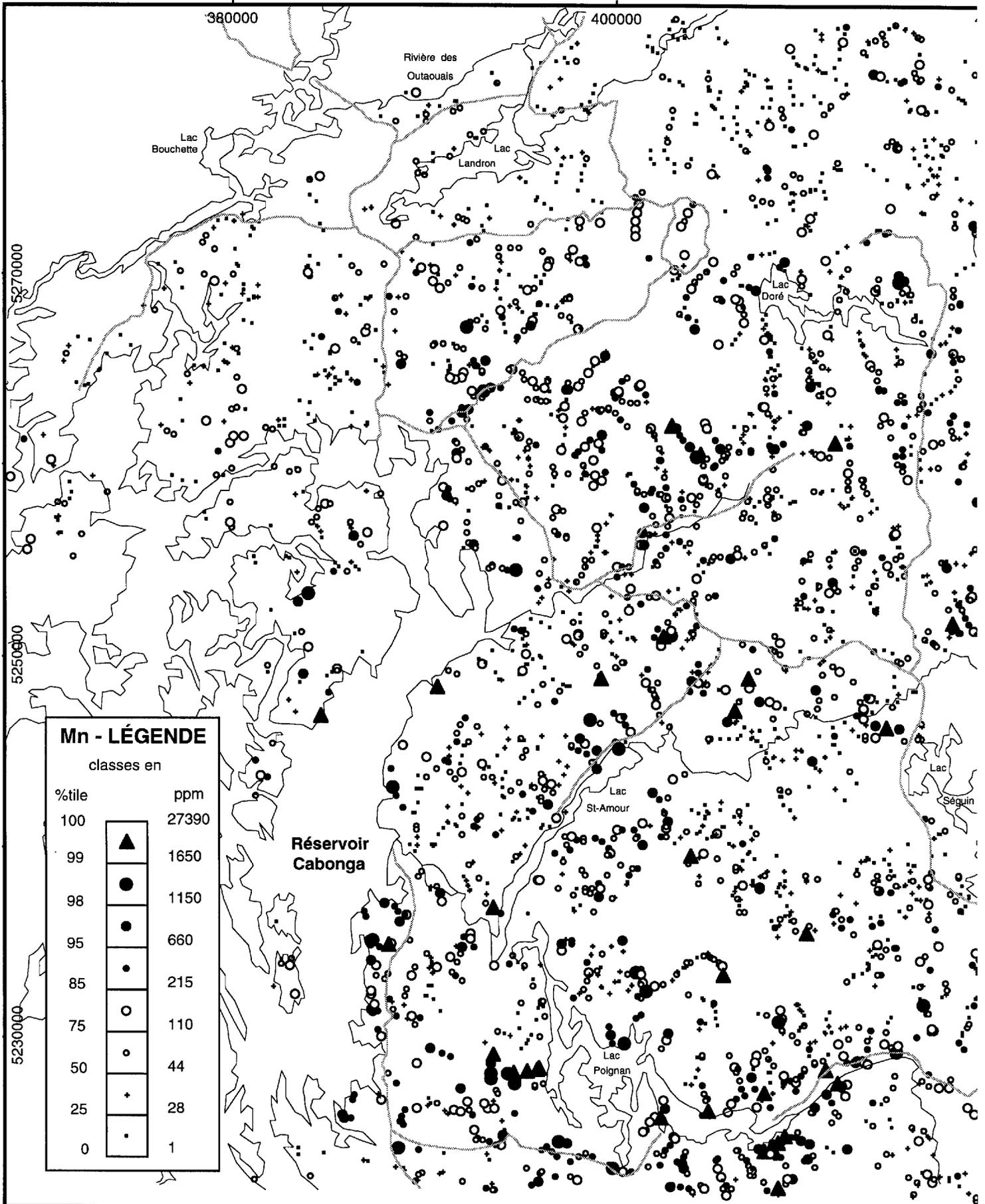


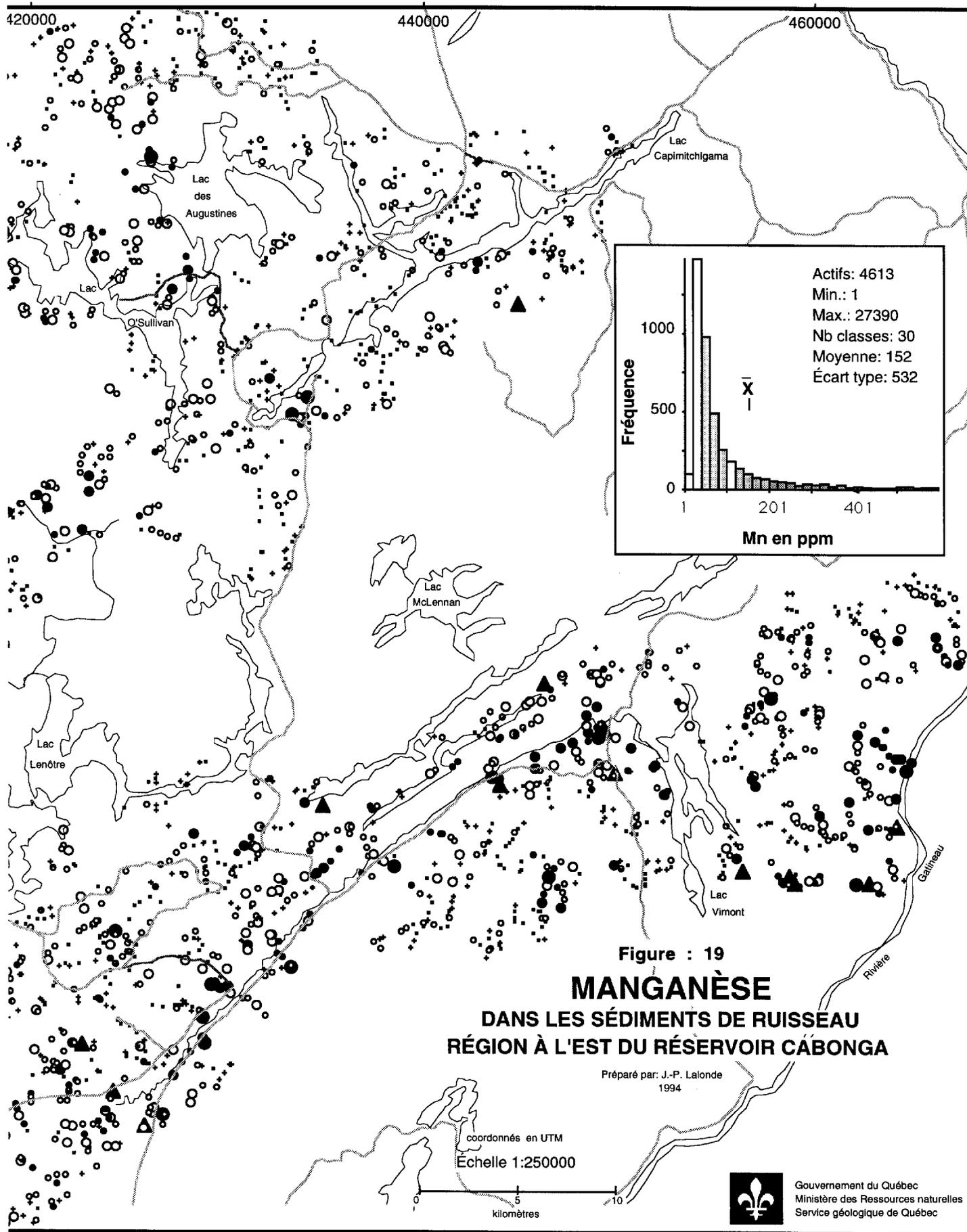


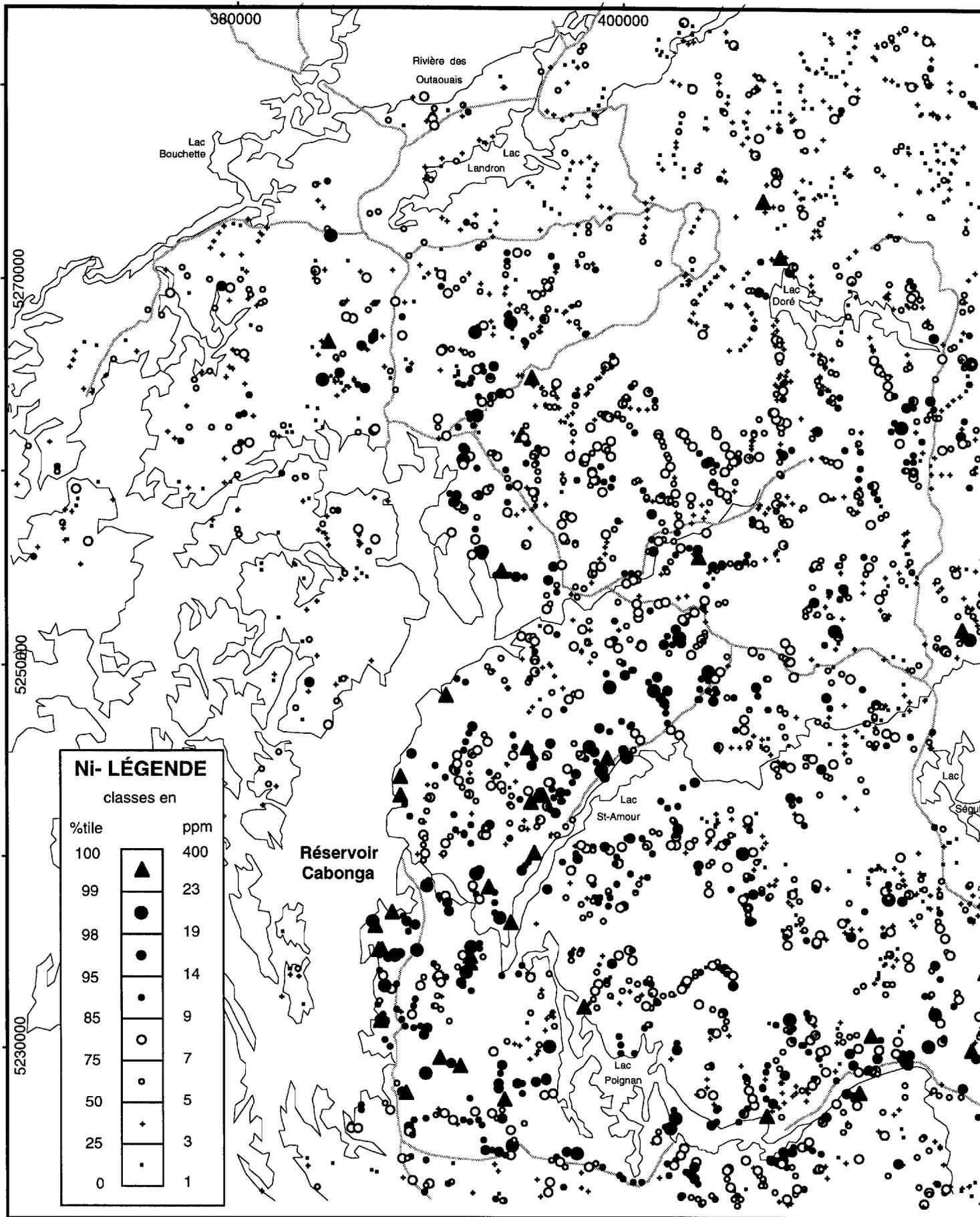












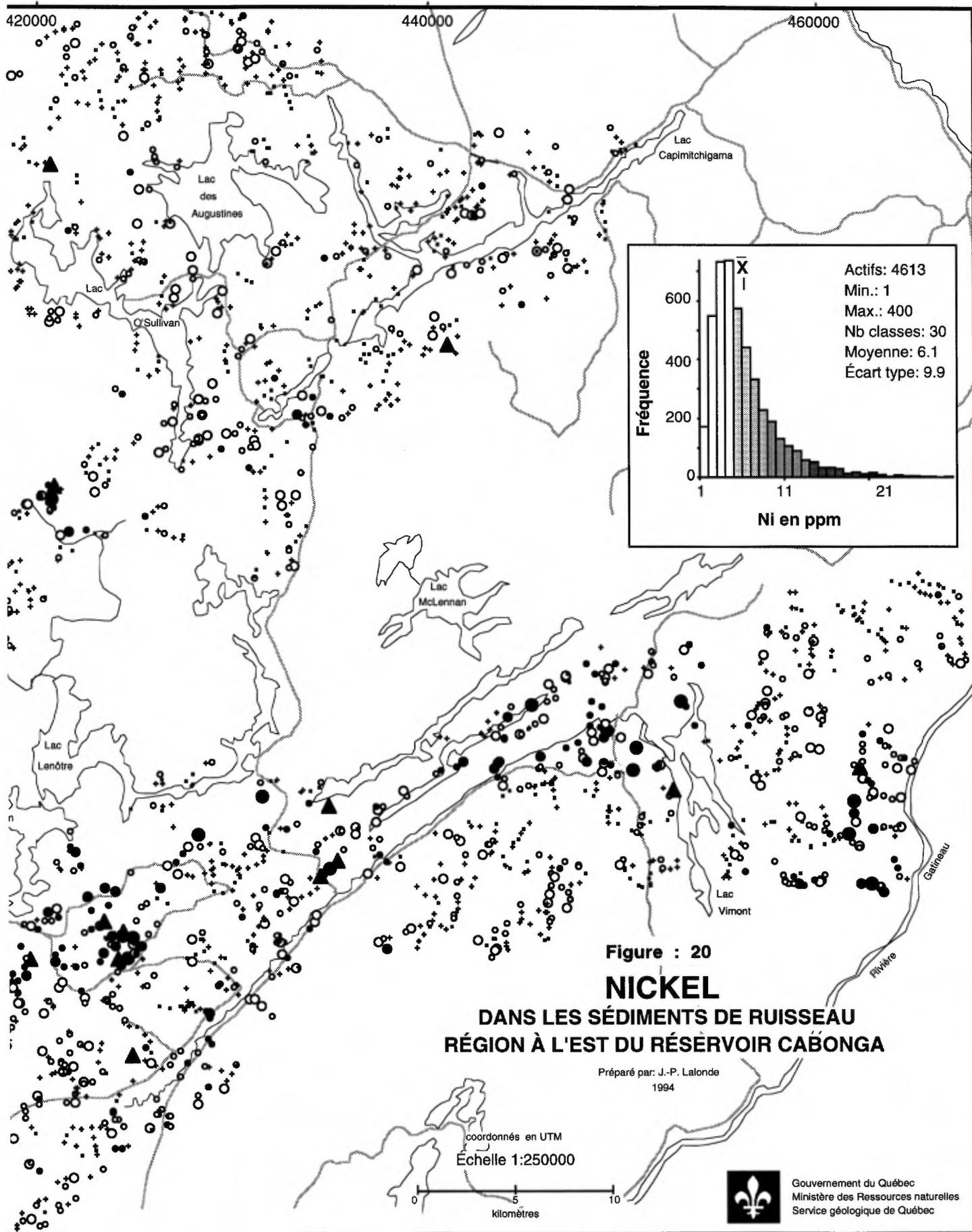
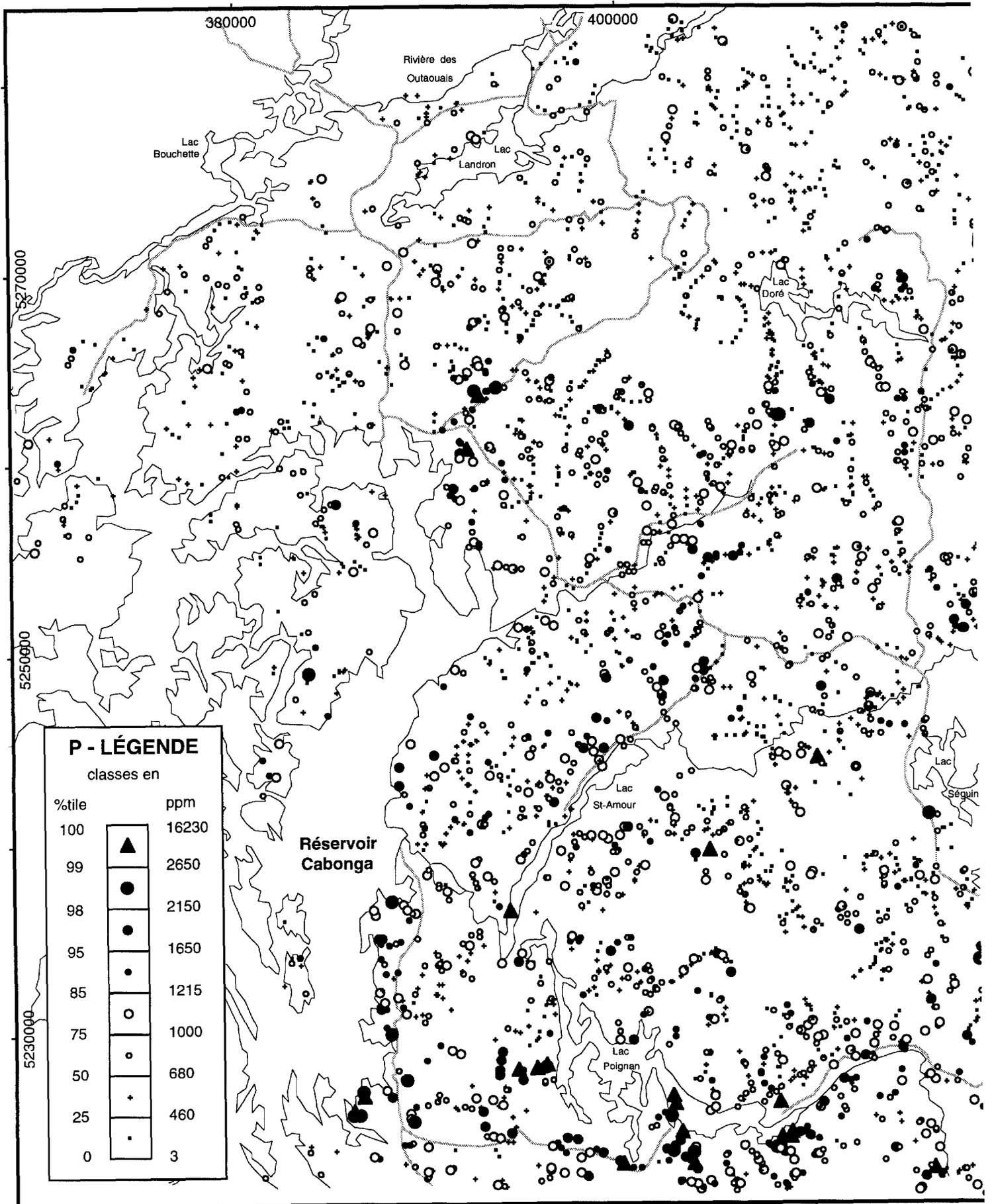


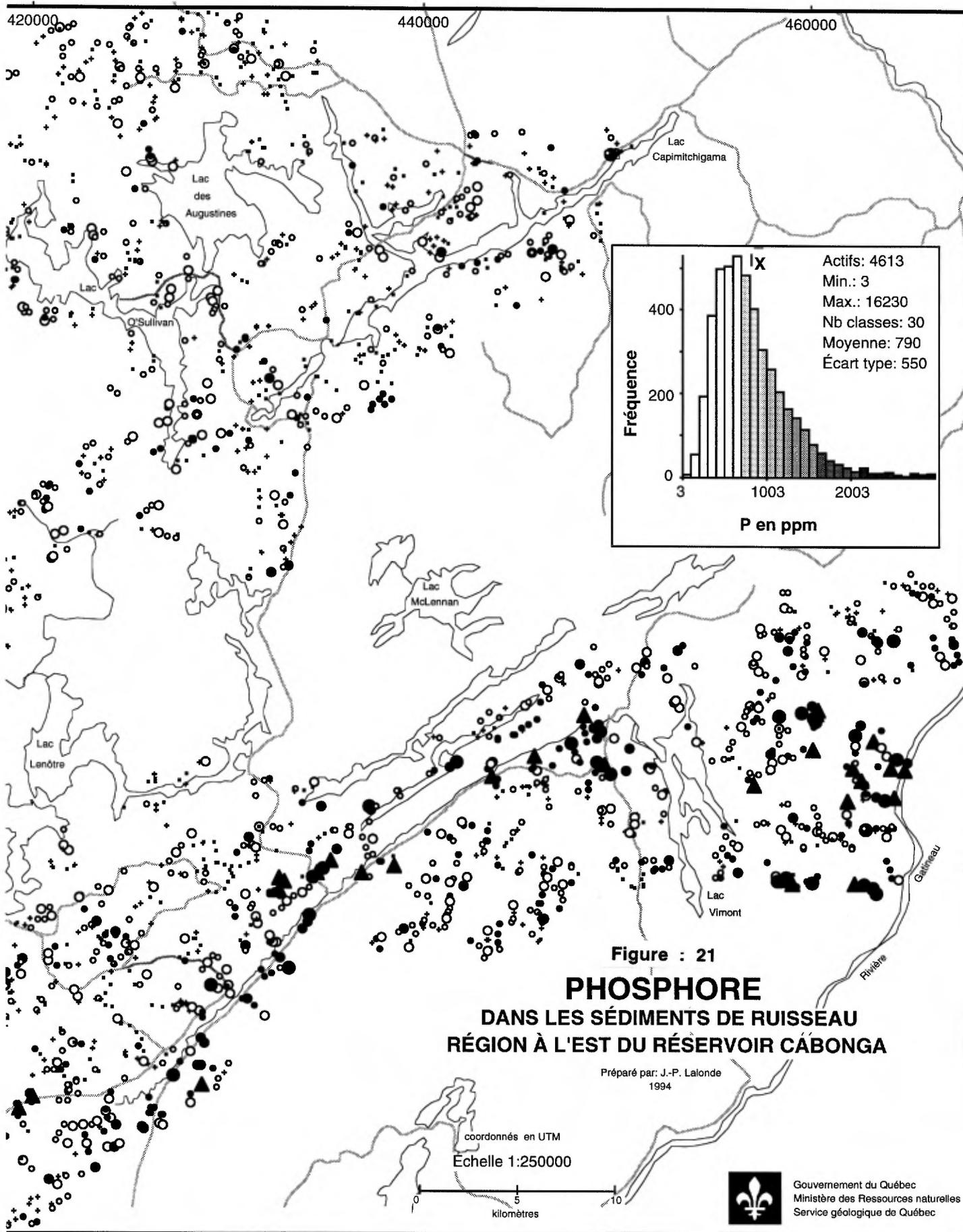
Figure : 20
NICKEL
DANS LES SÉDIMENTS DE RUISSEAU
RÉGION À L'EST DU RÉSERVOIR CABONGA

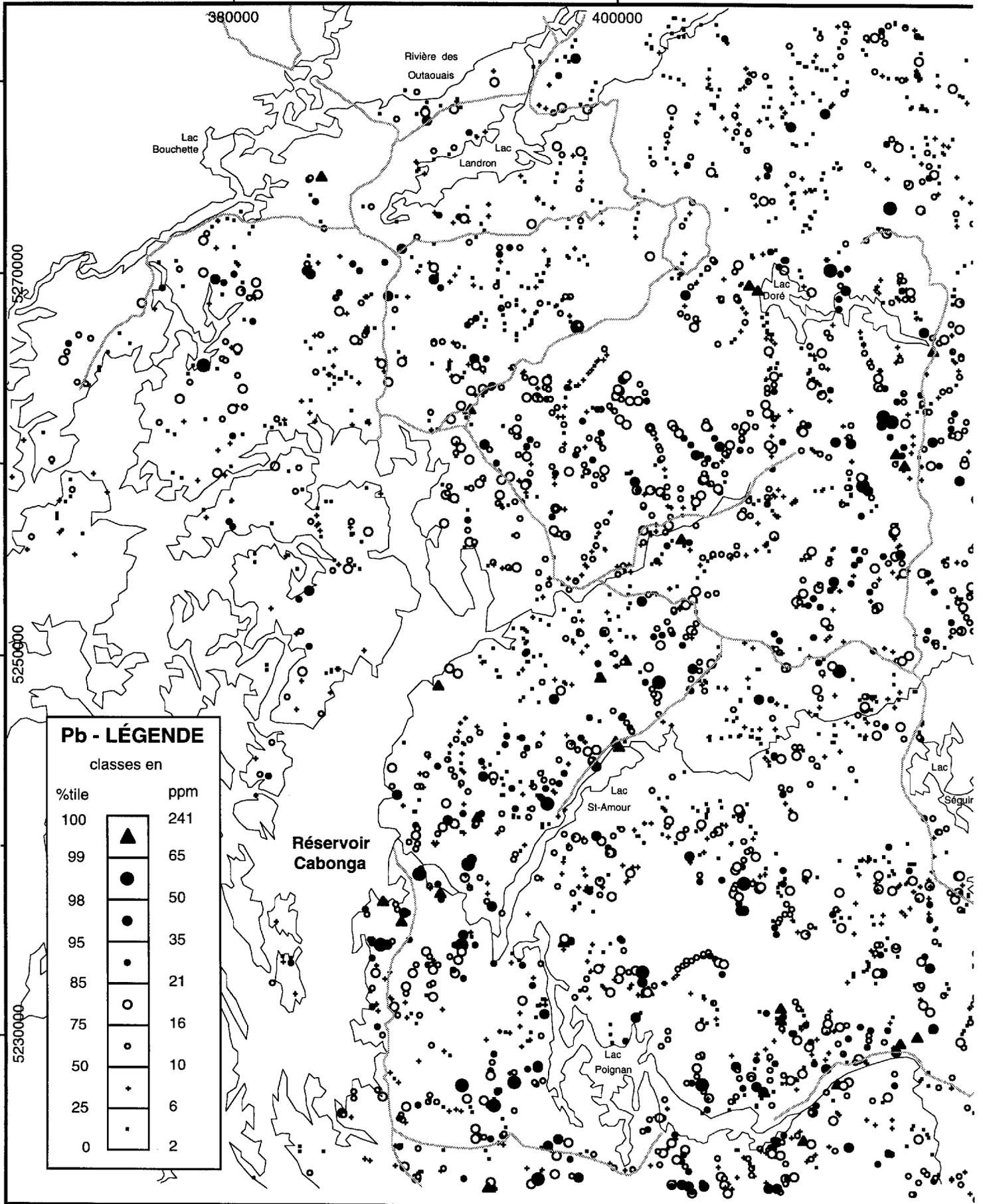
Préparé par: J.-P. Lalonde
1994

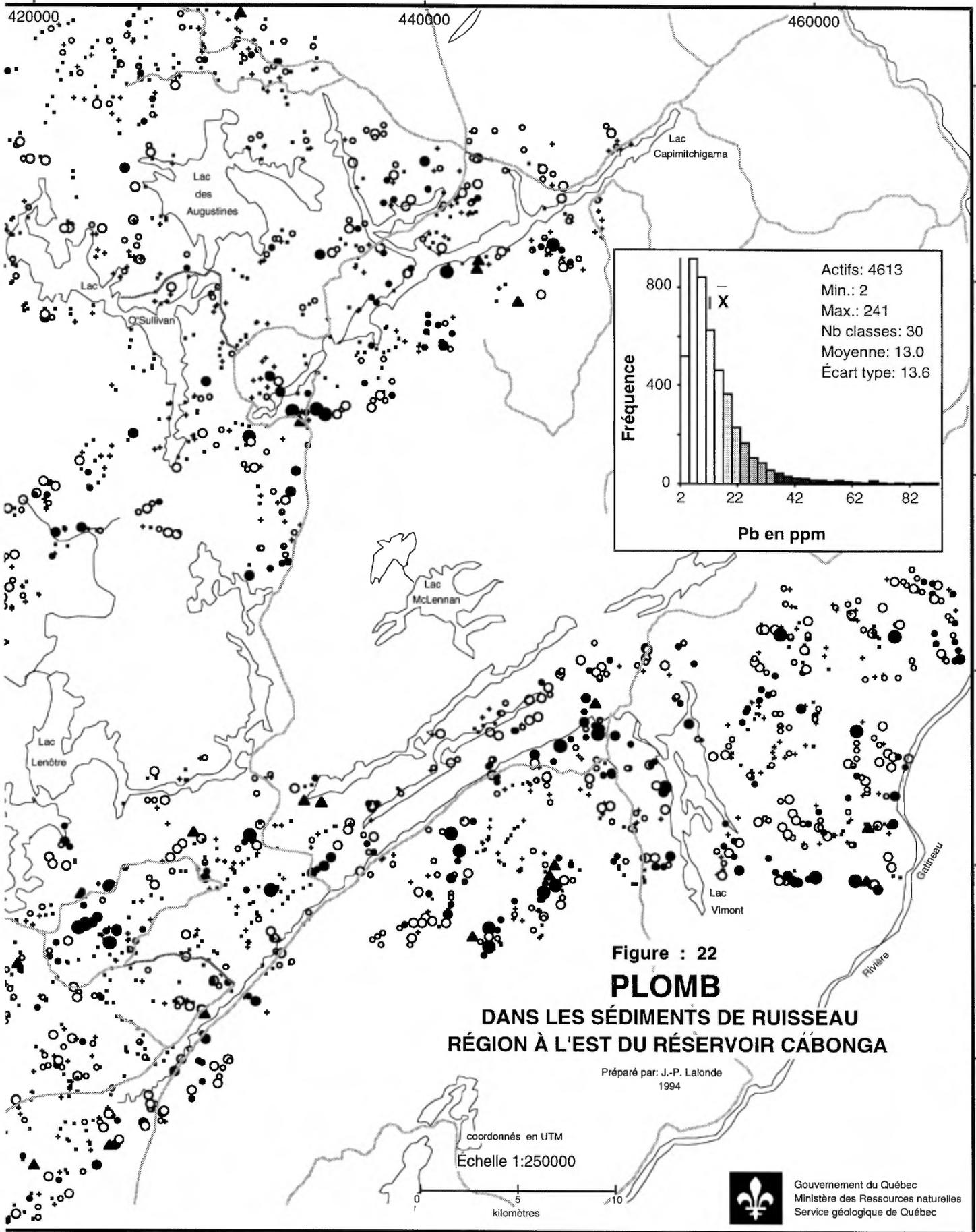


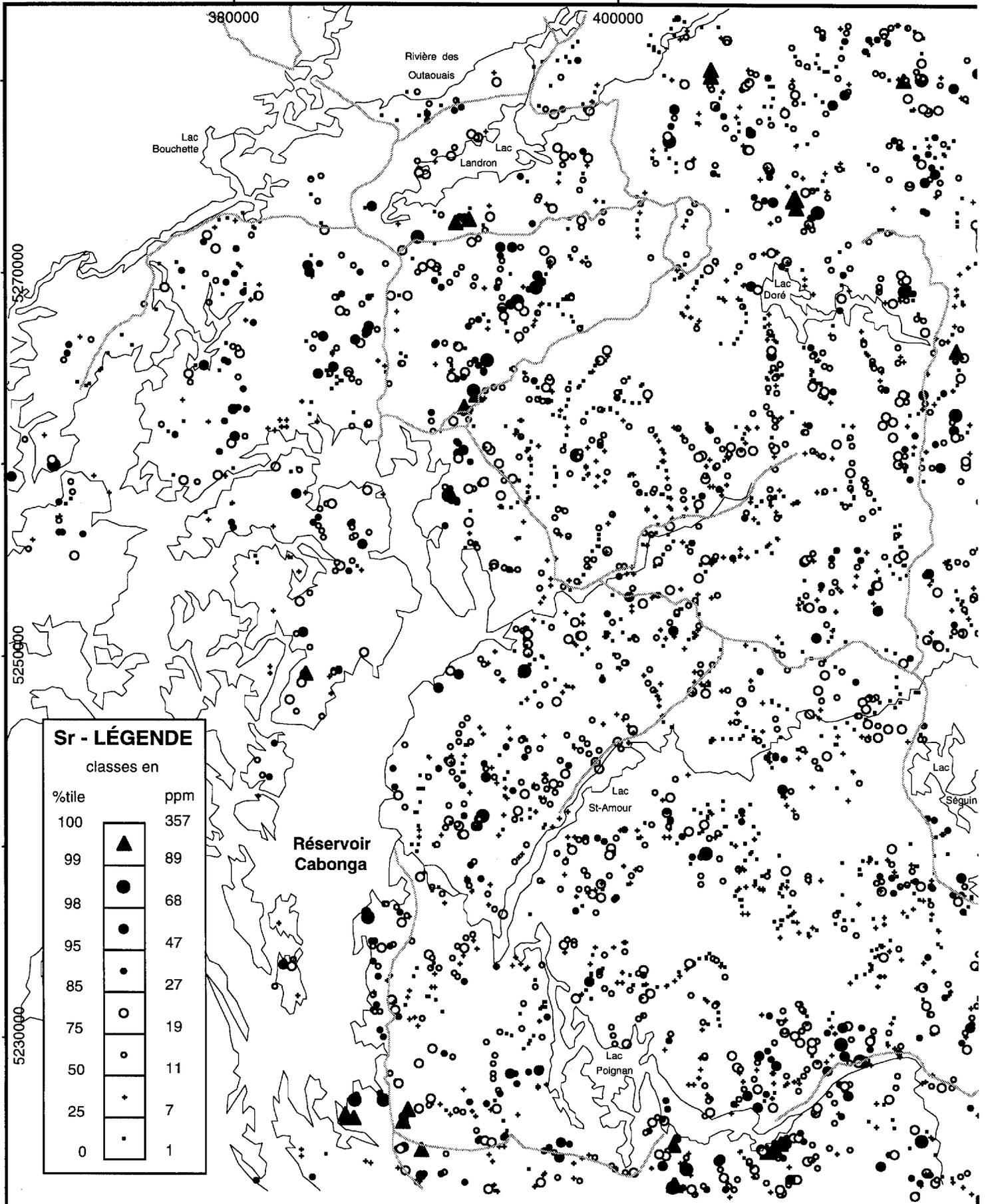
Gouvernement du Québec
Ministère des Ressources naturelles
Service géologique de Québec

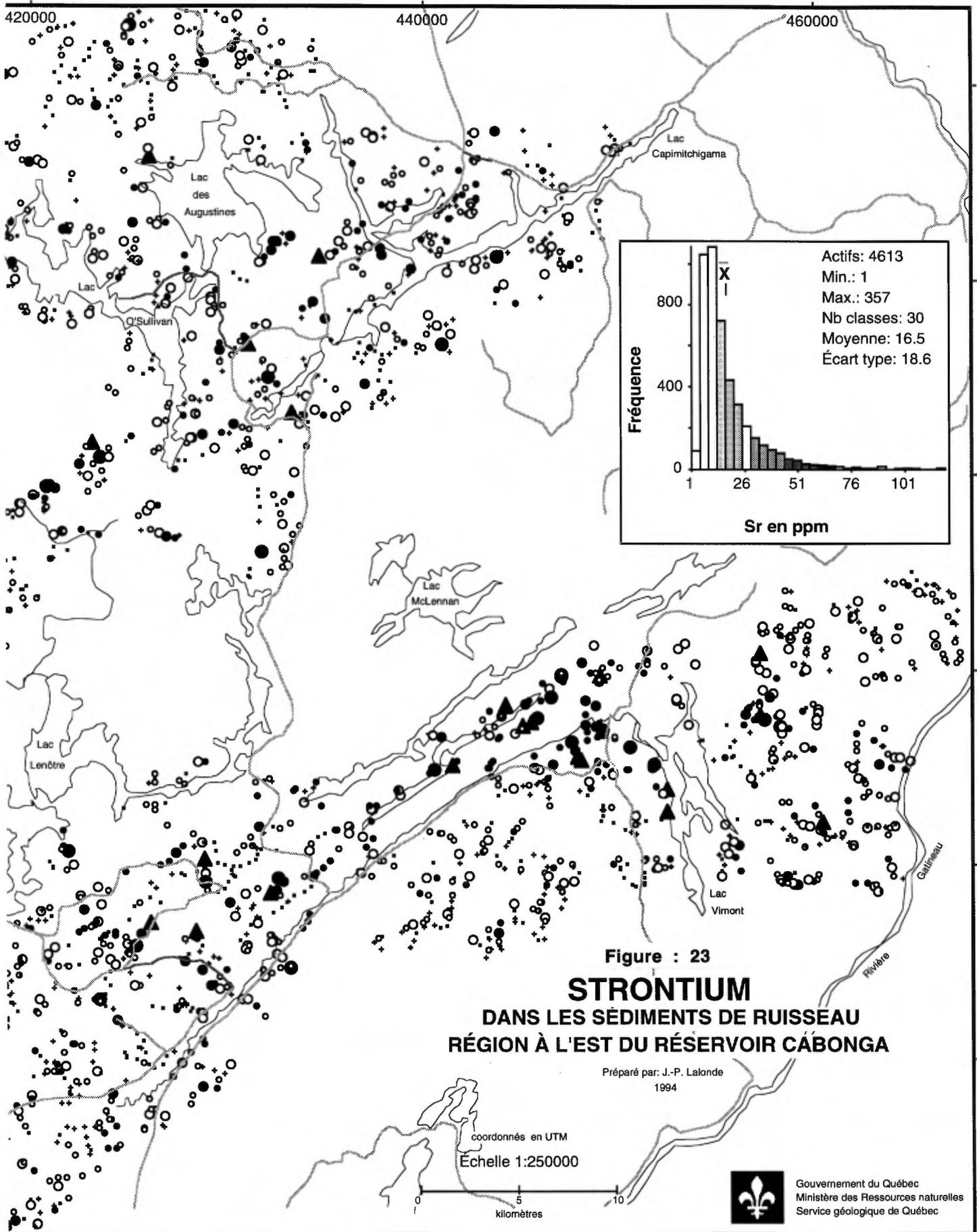


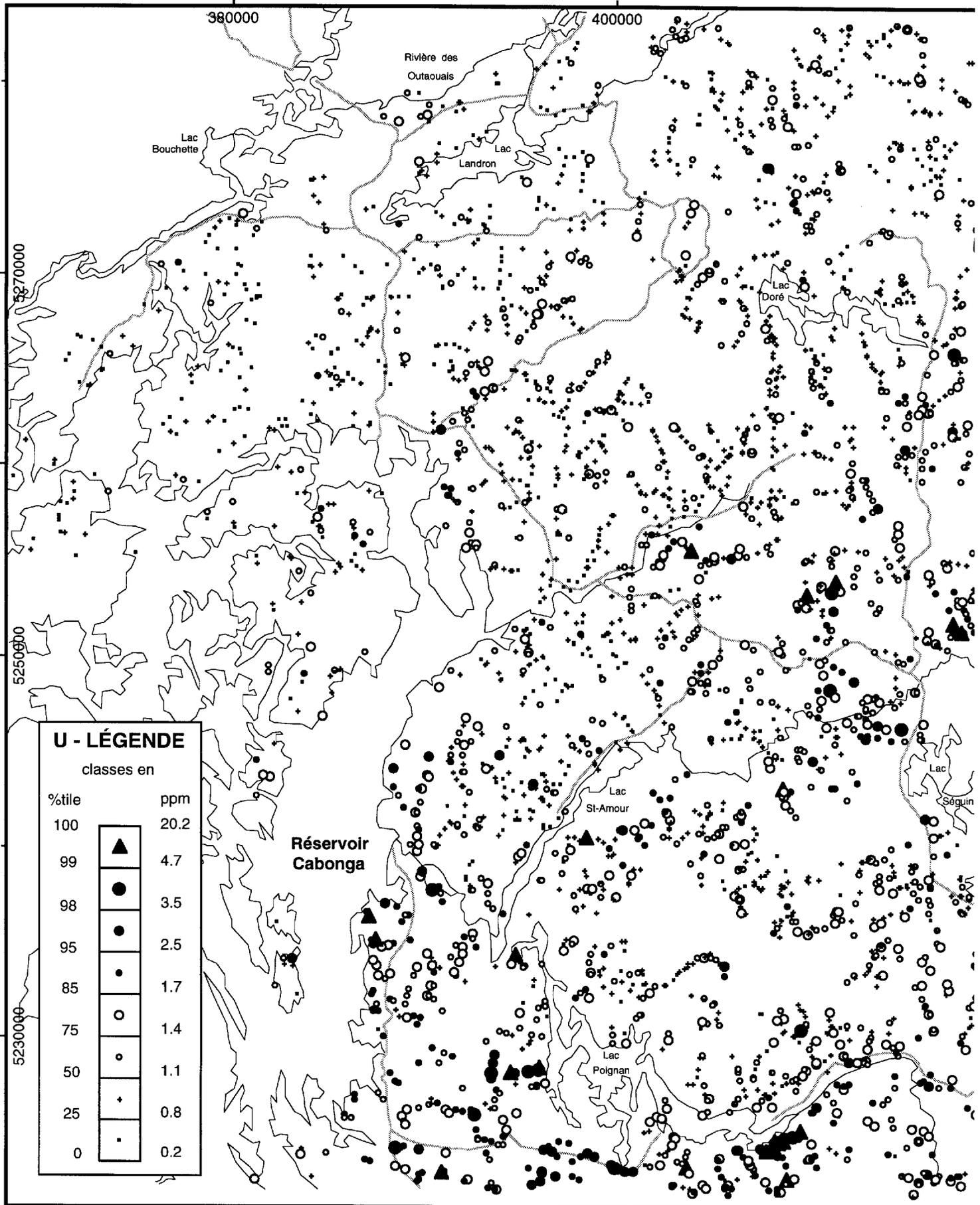












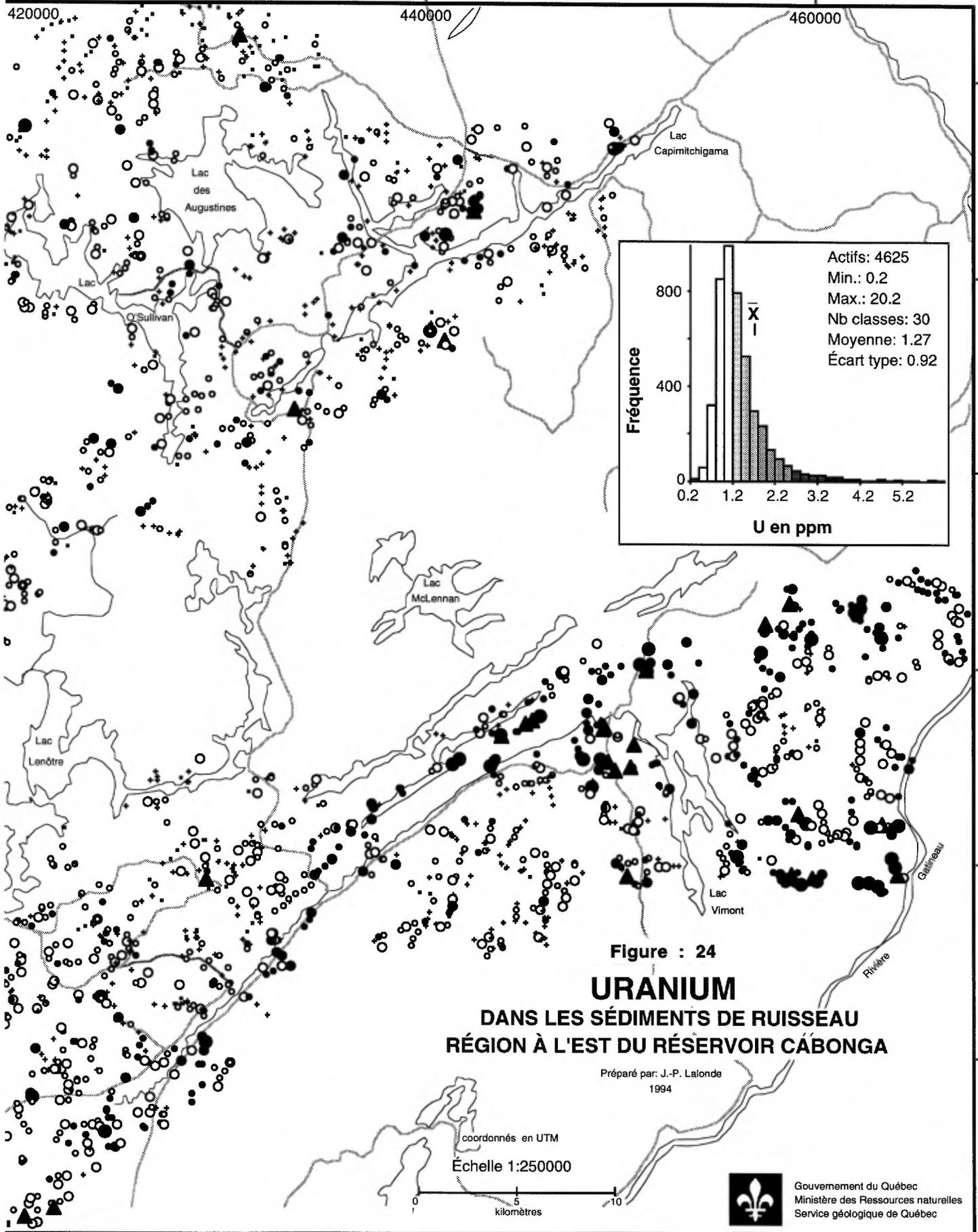
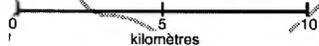


Figure : 24

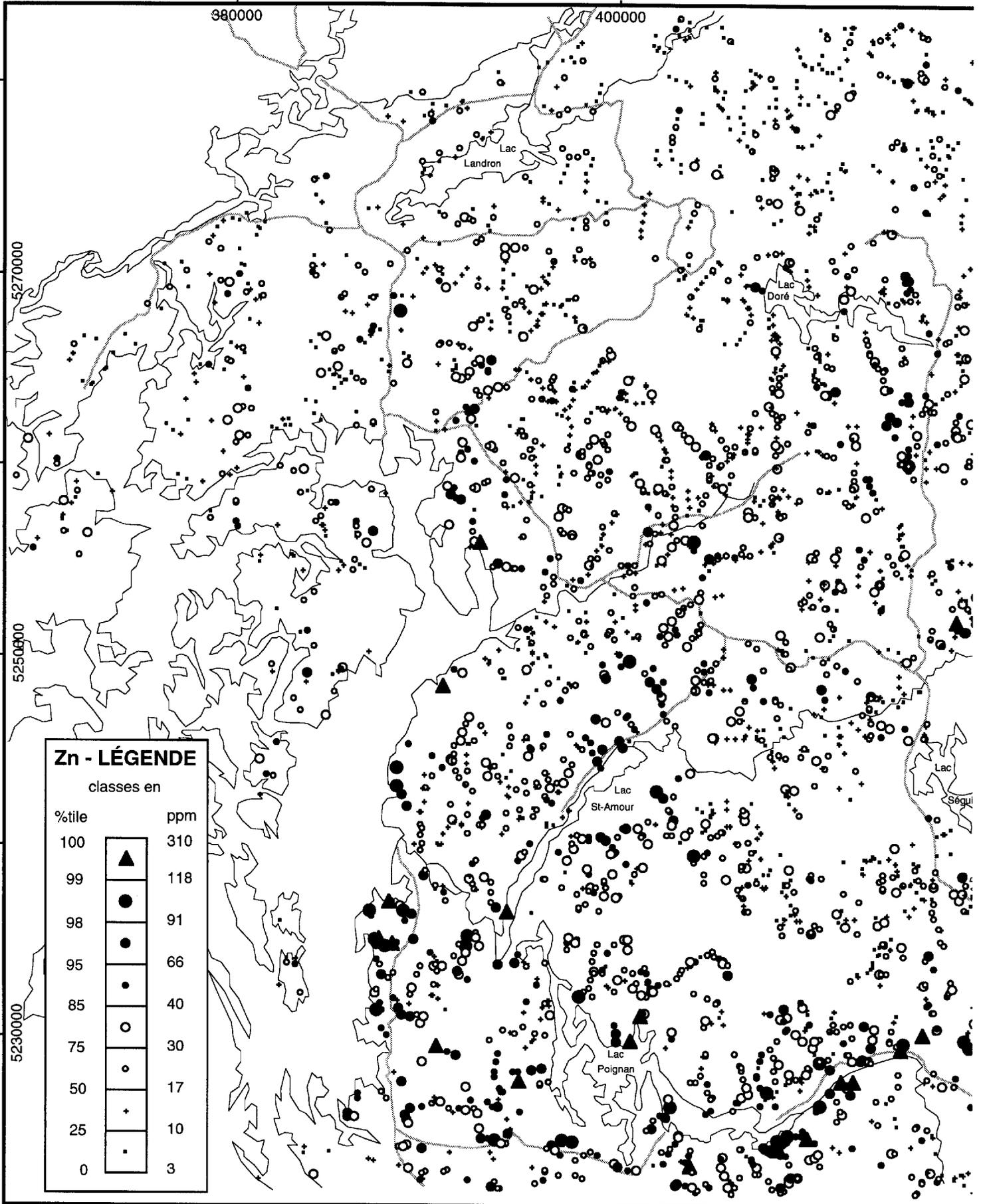
URANIUM
DANS LES SÉDIMENTS DE RUISSEAU
RÉGION À L'EST DU RÉSERVOIR CÂBONGA

Préparé par: J.-P. Lalonde
 1994

coordonnés en UTM
 Échelle 1:250000



Gouvernement du Québec
 Ministère des Ressources naturelles
 Service géologique de Québec



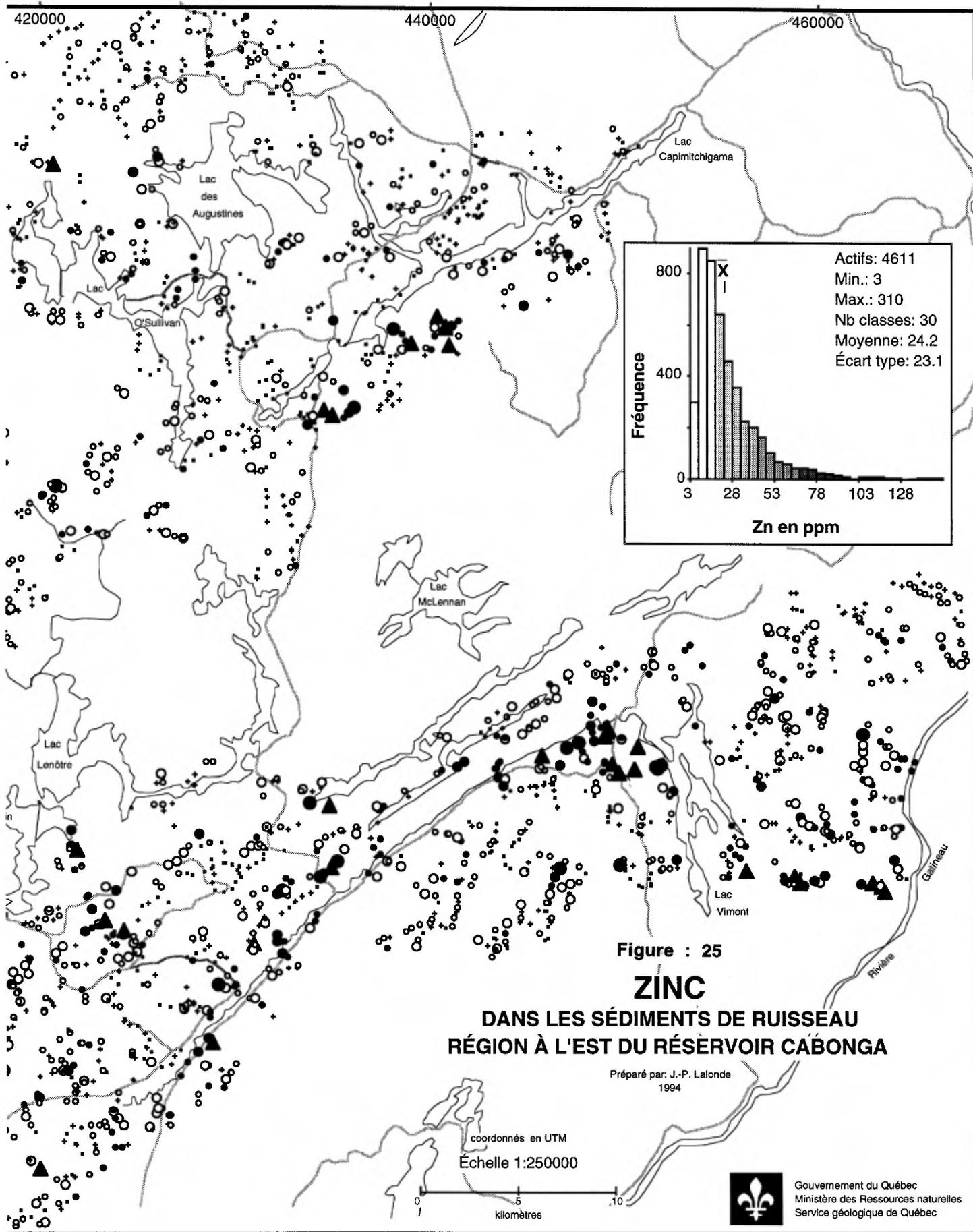
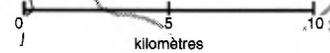


Figure : 25

ZINC
DANS LES SÉDIMENTS DE RUISSEAU
RÉGION À L'EST DU RÉSERVOIR CABONGA

Préparé par: J.-P. Lalonde
 1994

coordonnés en UTM
 Échelle 1:250000



Gouvernement du Québec
 Ministère des Ressources naturelles
 Service géologique de Québec

ANNEXE 3**Figures en couleurs**

Figure 3: Carte géologique simplifiée
Figure 4: Carte magnétique du champ total
Figure 5: Carte magnétique gradiométrique

et

Figures 26 à 43

Figures géochimiques présentant des plages d'isoteneurs en couleurs

As - B
Ba - Br
Ca - Cd
Ce - Co
Cu - Fe
Mg - Mn

Ni - P
Pb - Sr
U - Zn



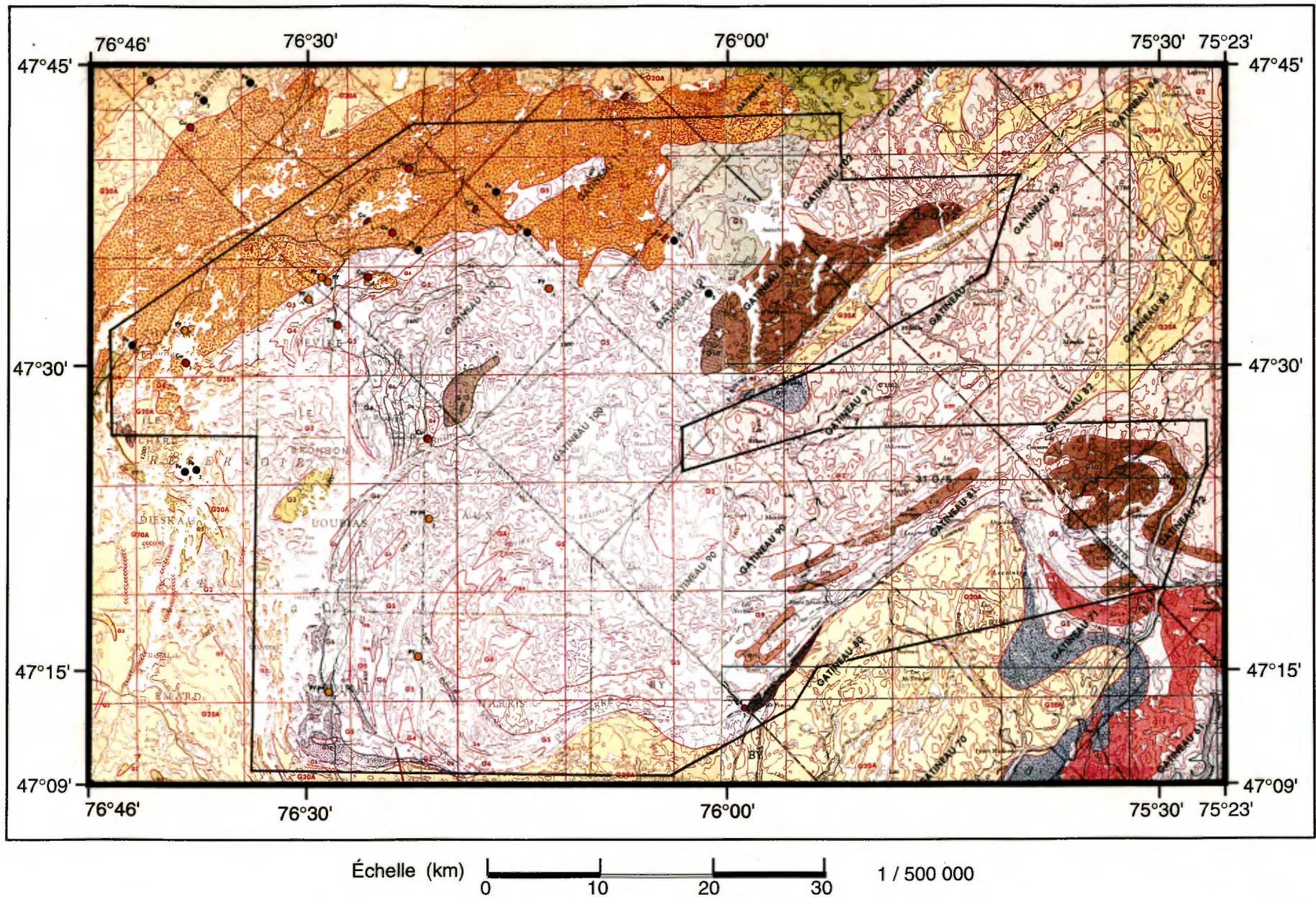
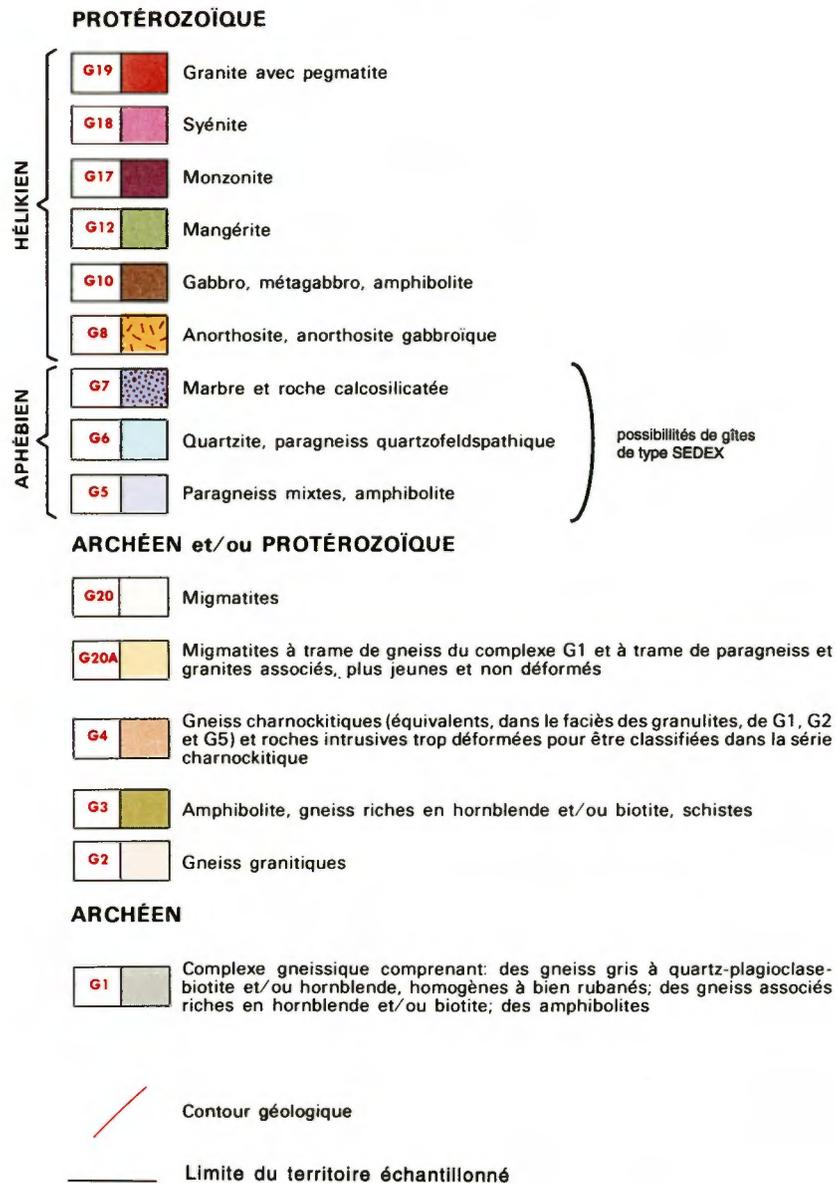


Figure 3 : Géologie et gîtes minéraux de la région à l'est du réservoir Cabonga

Figure 3 : (suite)

LÉGENDE

G R E N V I L L E



Minéralisations indiquées sur la carte géologique.

Canton	Numéro*	Substance	Numéro de fiche**
By	1	Cu	31 O/4 - 1
Gatineau 72	1	Cu (Py, Po)	31 O/6 - 1
Gatineau 84	1	Cu	31 O/11 - 1
Cardinal	1	Py	31 N/8 - 3
Cardinal	2	Py, Po	31 N/1 - 1
Aux	1	Cu (Py, Po)	31 N/8 - 1
Aux	2	Py, Po	31 N/8 - 2
Dieskau	1	Fe, Py	31 N/7 - 2
Dieskau	2	Fe	31 N/7 - 3
Gatineau 101	1	Cu (Py)	31 N/9 - 12
Gatineau 101	2	Fe	31 N/9 - 13
Gatineau 101	3	Fe	31 N/9 - 16
Gatineau 110	1	Py (As)	31 N/9 - 15
Gatineau 110	2	Fe	31 N/9 - 9
Gatineau 110	3	Cu (Py, Po)	31 N/9 - 10
Gatineau 111	1	Fe	31 N/9 - 3
Gatineau 111	2	Fe	31 N/9 - 11
Gatineau 111	3	Cu (Py)	31 N/9 - 1
Gatineau 120	1	Cu (Au, Fe, Py, Po)	31 N/9 - 6
Gatineau 120	2	Cu	31 N/9 - 8
Gatineau 120	3	Cu	31 N/9 - 2
Gatineau 120	4	Cu (Py)	31 N/9 - 7
Gatineau 120	5	Py	31 N/9 - 4
Gatineau 120	6	Py	31 N/9 - 5
Devine	1	Cu (Py)	31 N/9 - 14
Devine	2	Py	31 N/10 - 13
Chassin	1	Py (As)	31 N/10 - 12
Chassin	2	Fe	31 N/10 - 11
Chassin	3	Cu	31 N/7 - 1
Gatineau 130	1	Cu (Ni, Py, Po)	31 N/10 - 5
Gatineau 130	2	Fe	31 N/10 - 6
Gatineau 130	3	Ti	31 N/10 - 4
Gatineau 130	4	Fe	31 N/10 - 7

* numéro par canton

** code permettant de référer à la fiche de gîte

Tiré de Avramtchev et Lebel-Drolet (1981) et de Avramtchev et Piché (1981).

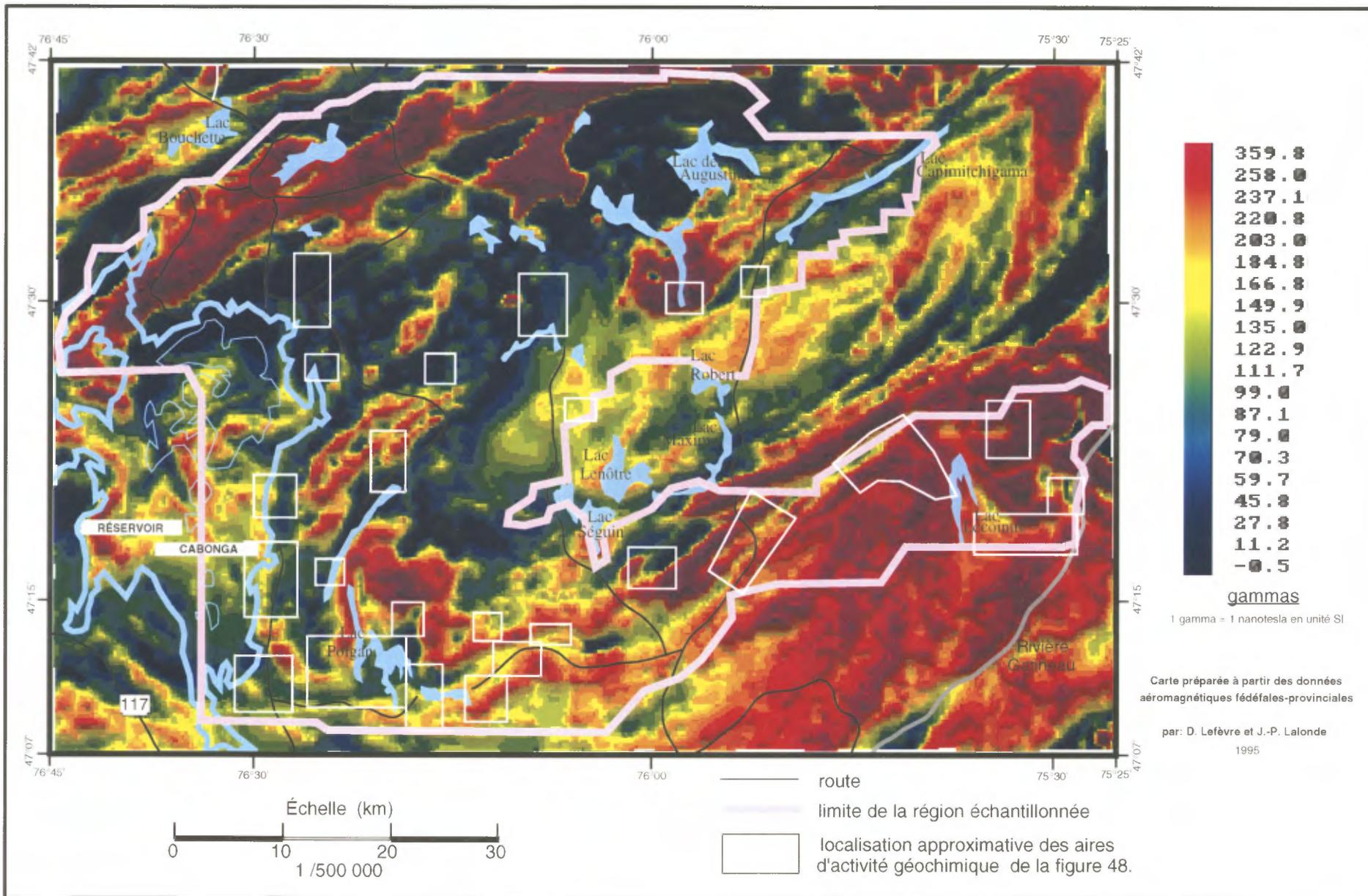


Figure 4: Carte aéromagnétique du champ total de la région à l'est du réservoir Cabonga en relation avec les aires d'activité géochimique.

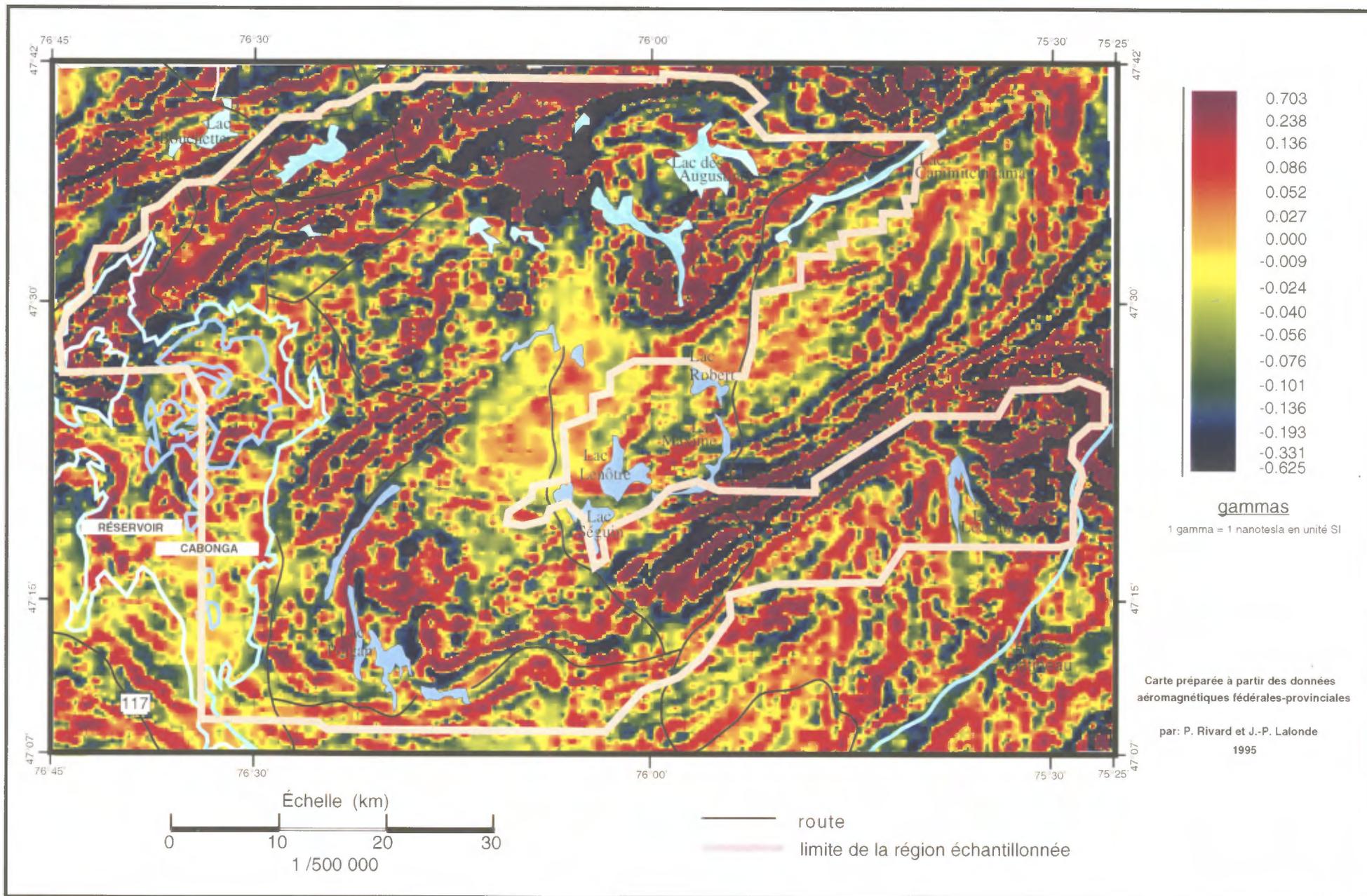
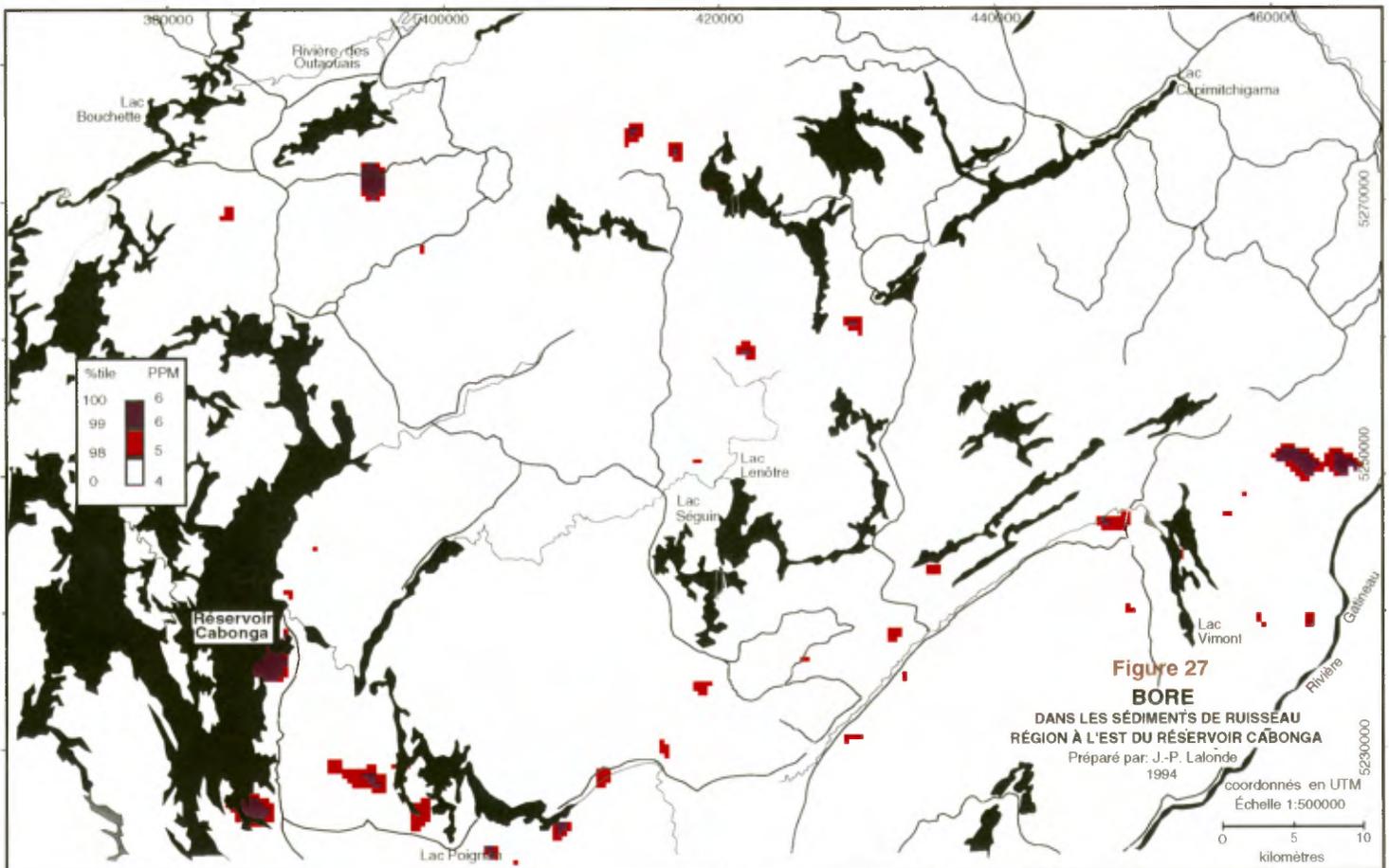
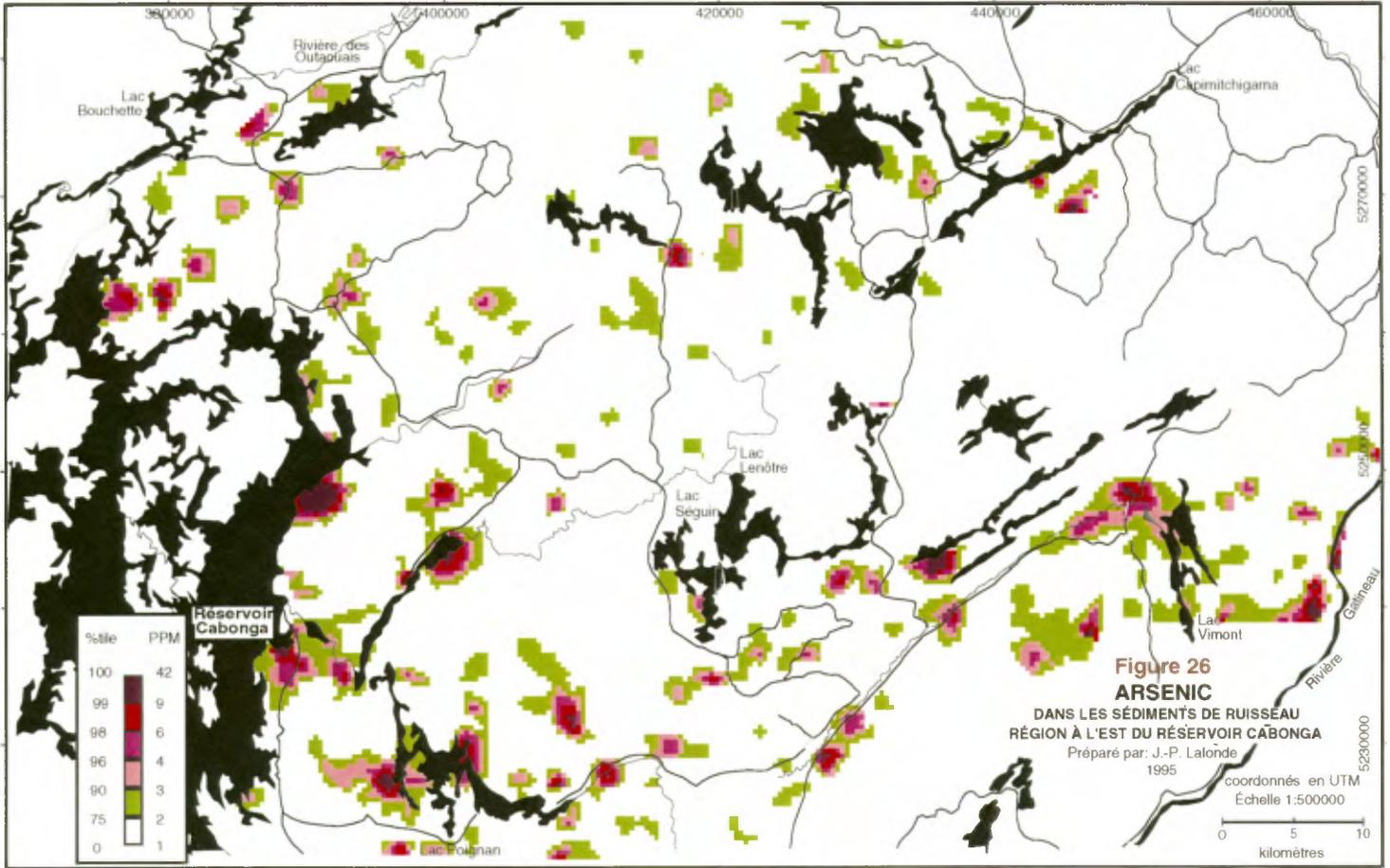
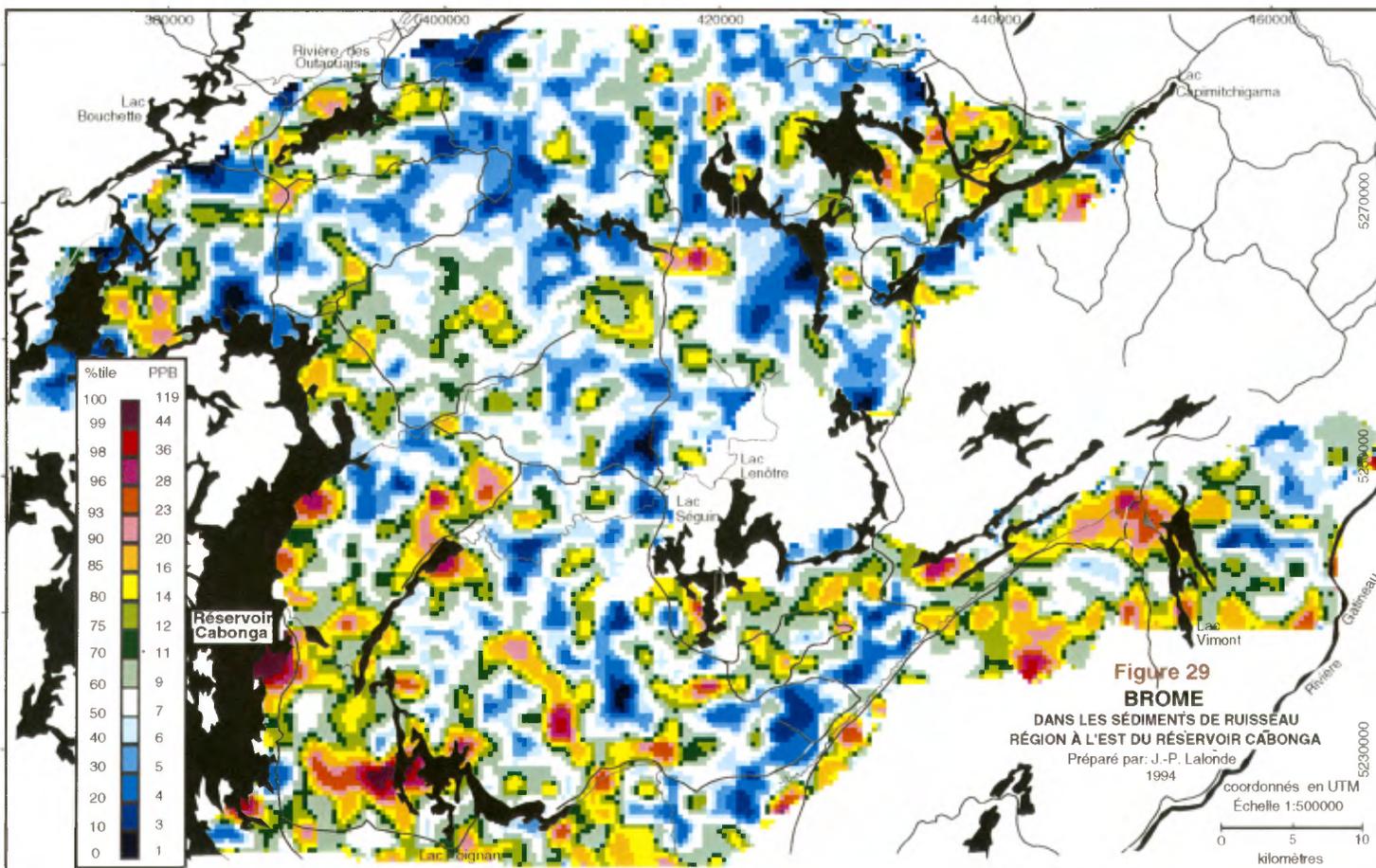
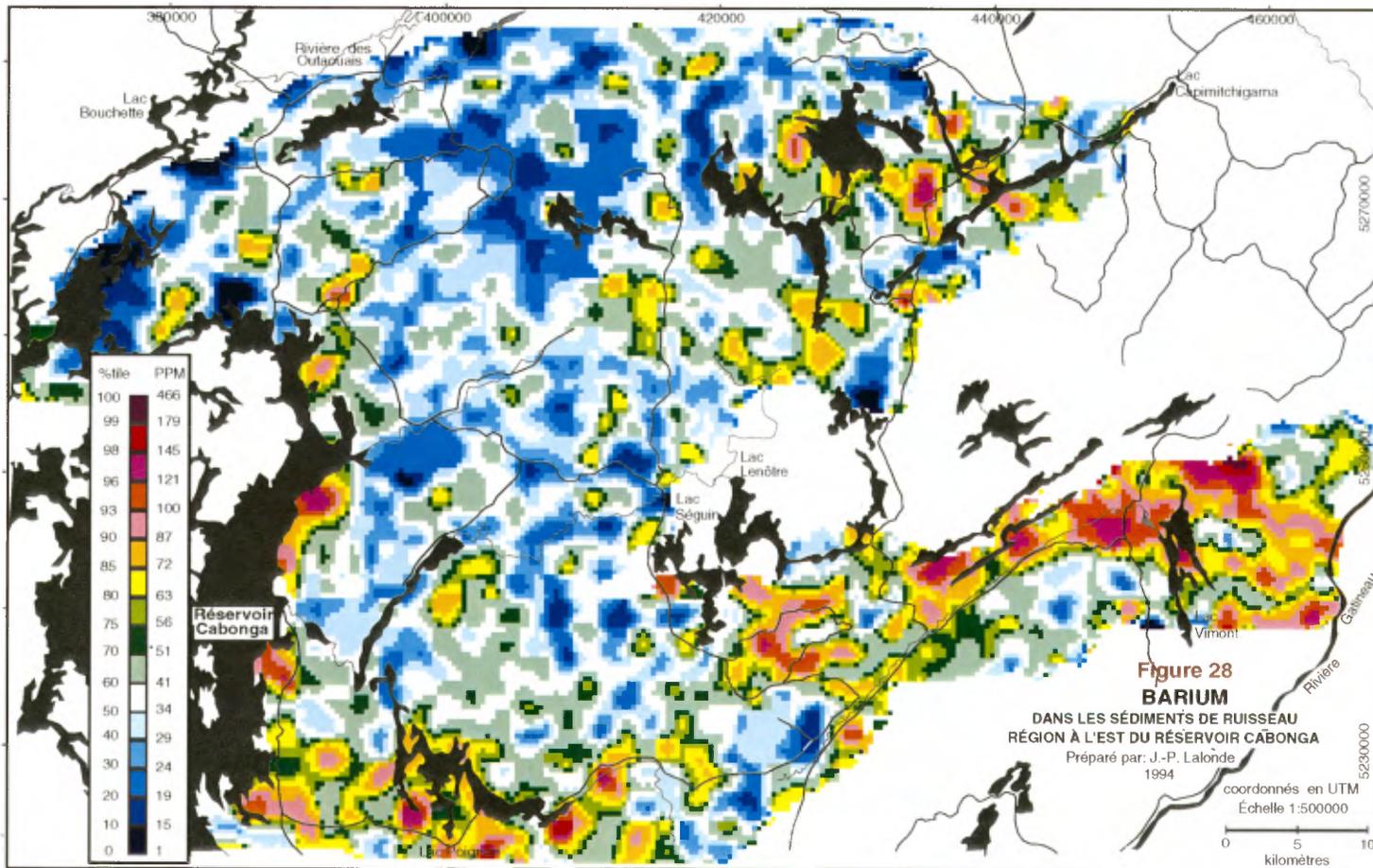
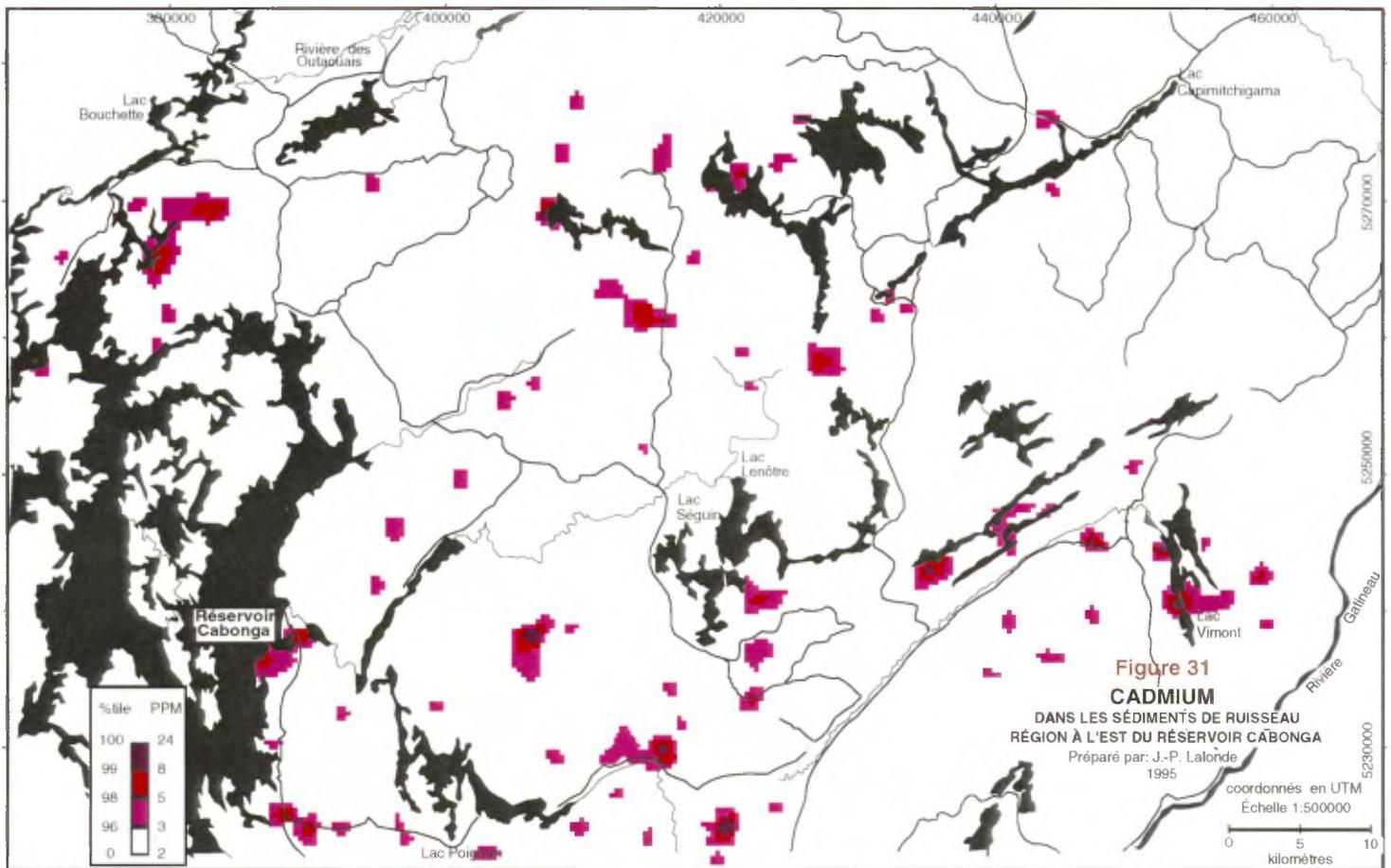
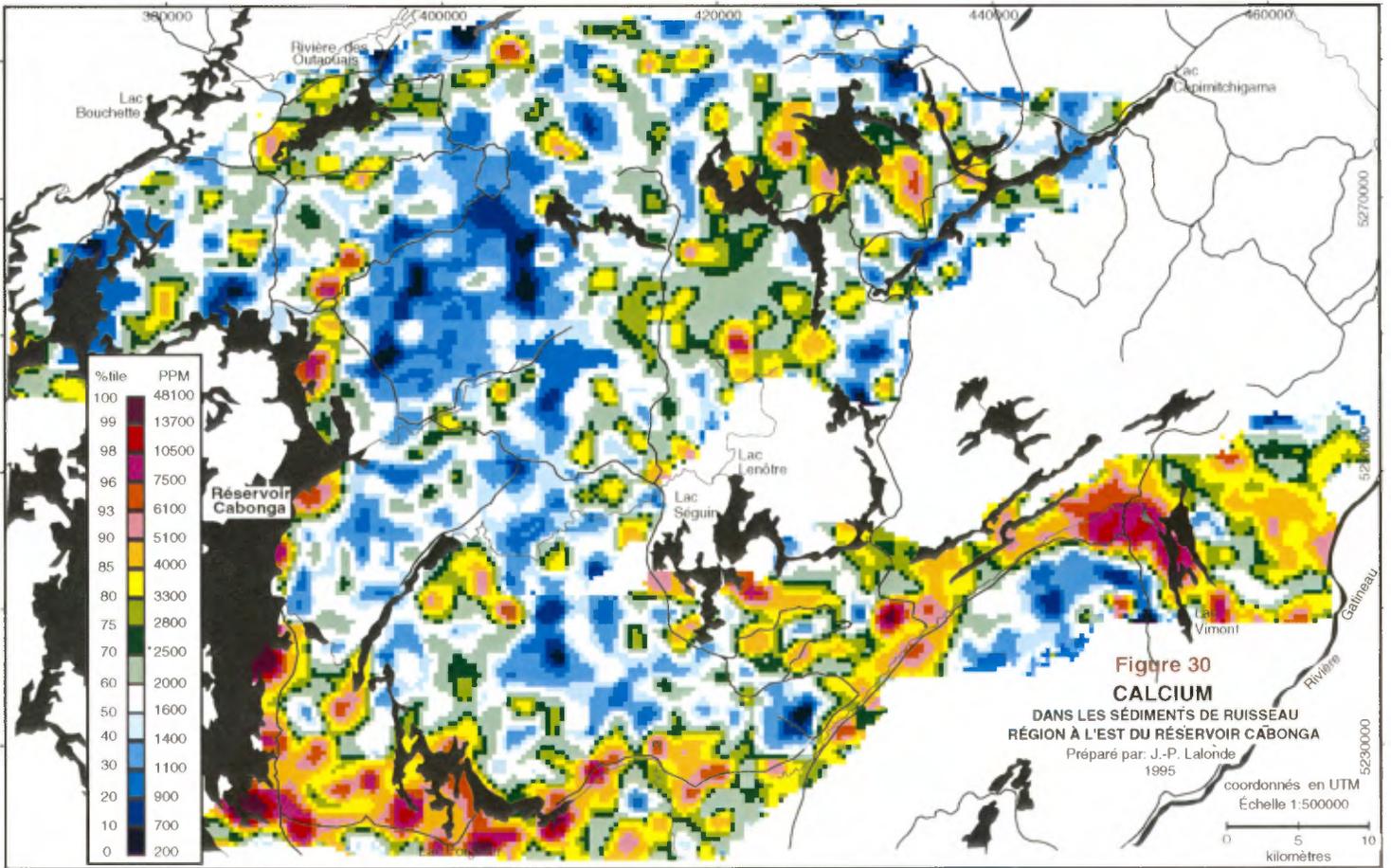
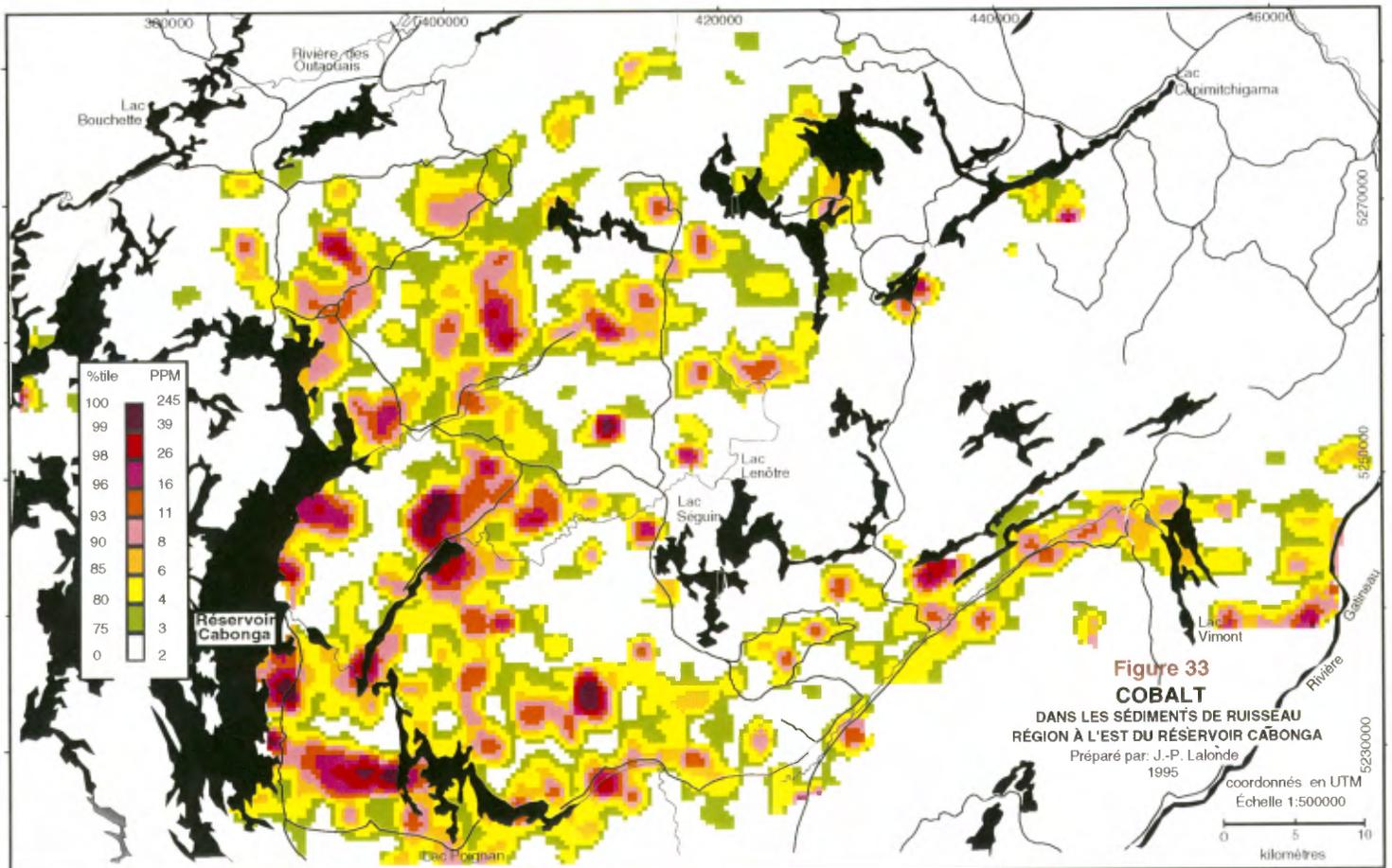
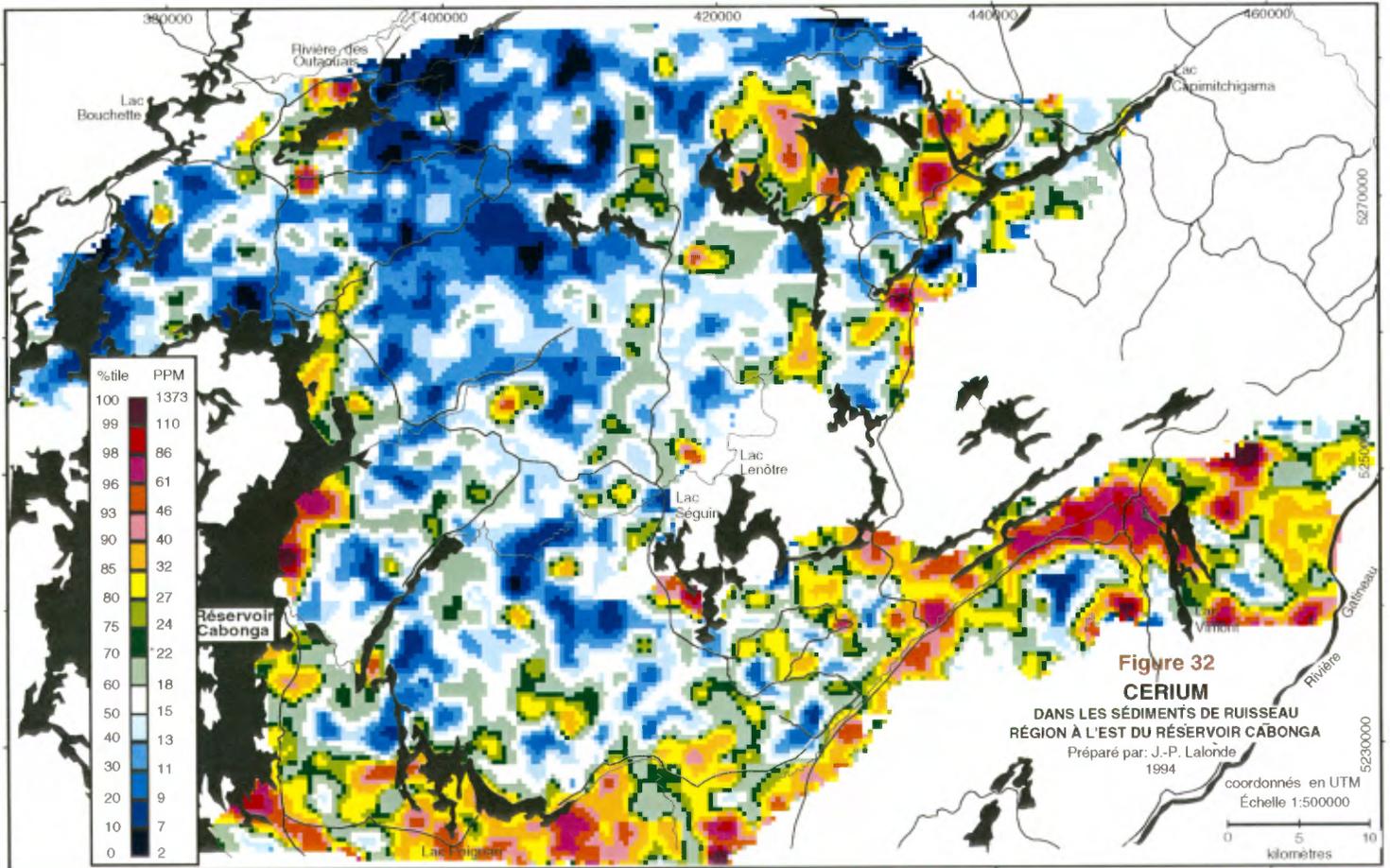


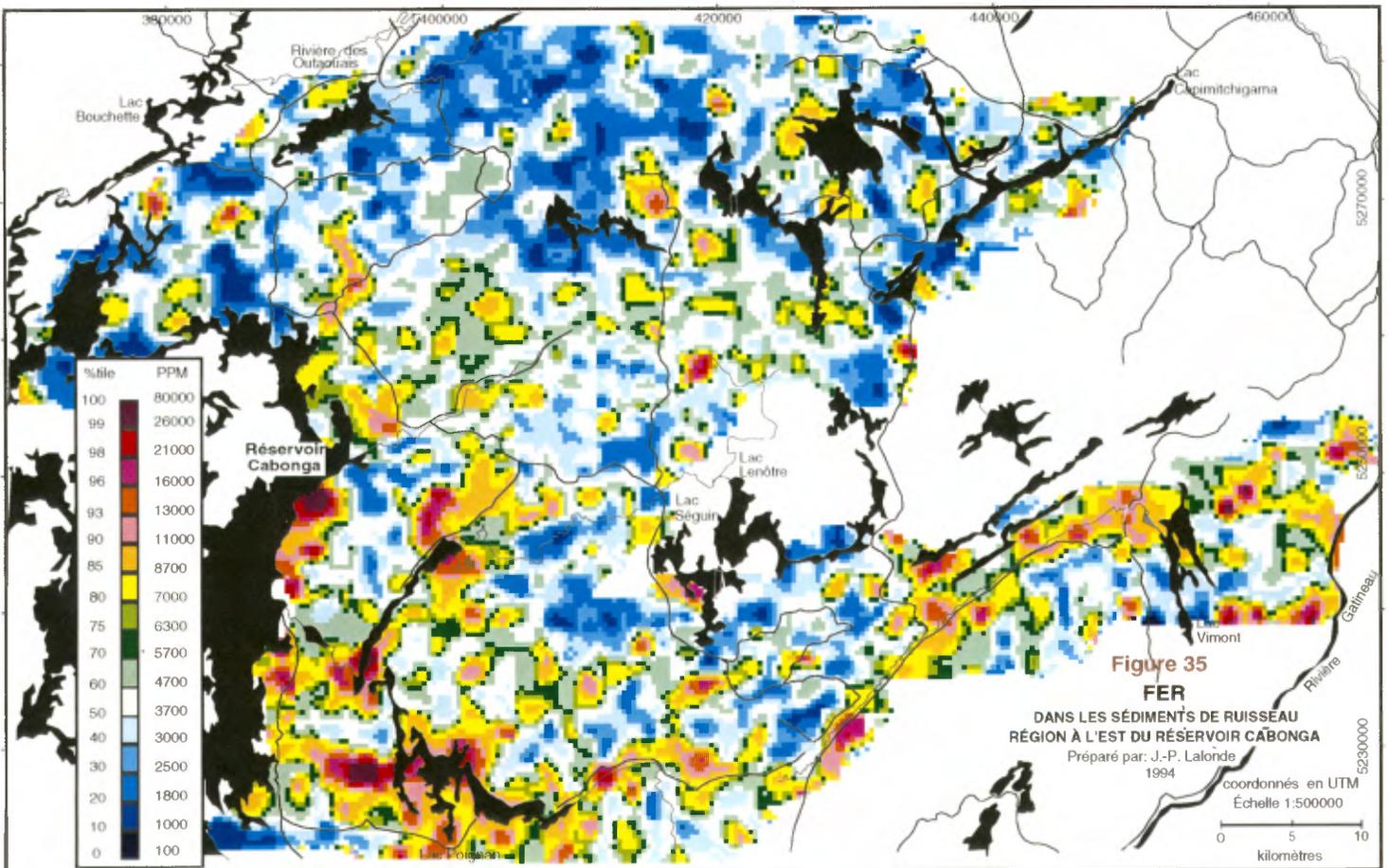
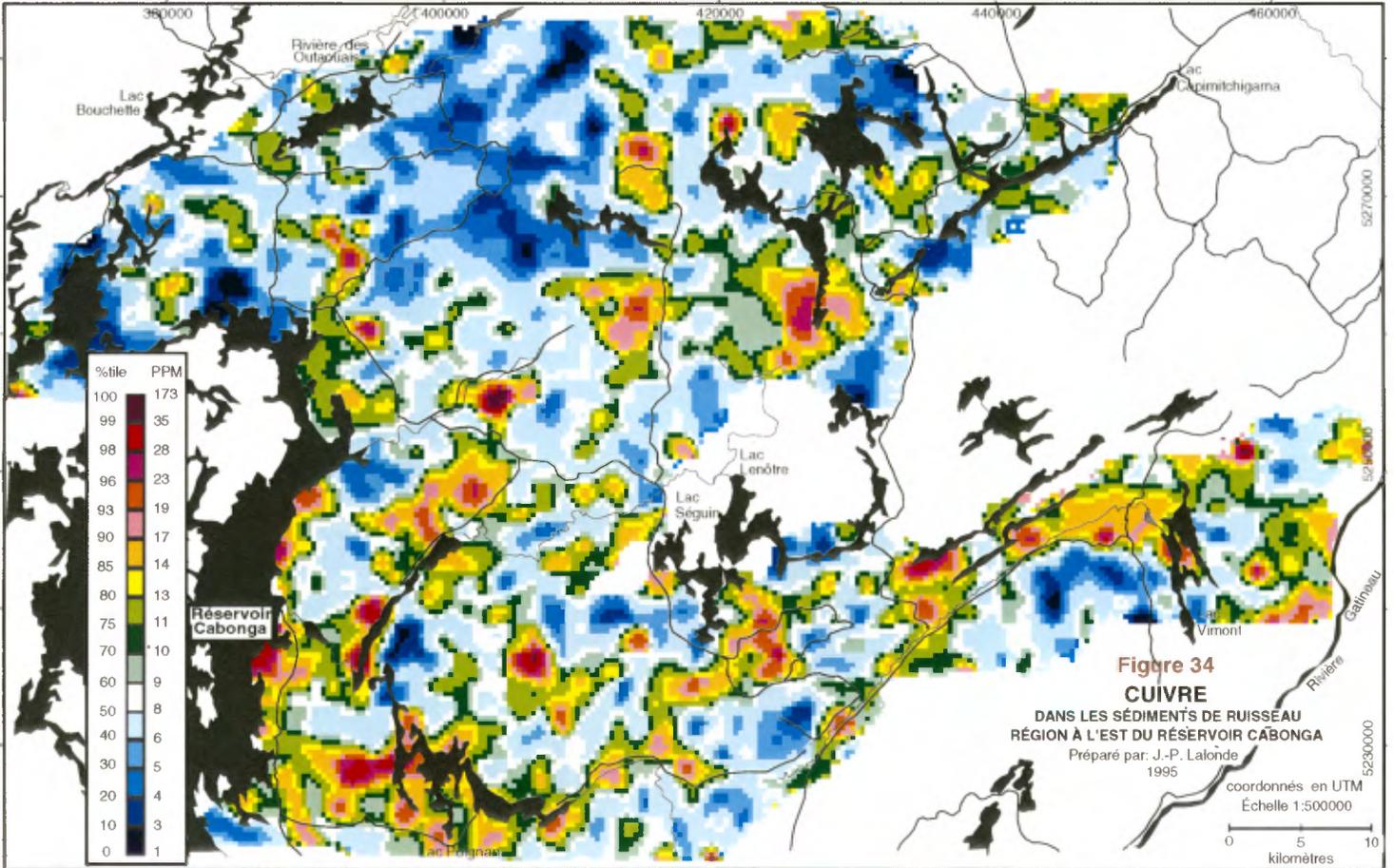
Figure 5: Carte aéromagnétique gradiométrique de la région à l'est du réservoir Cabonga.

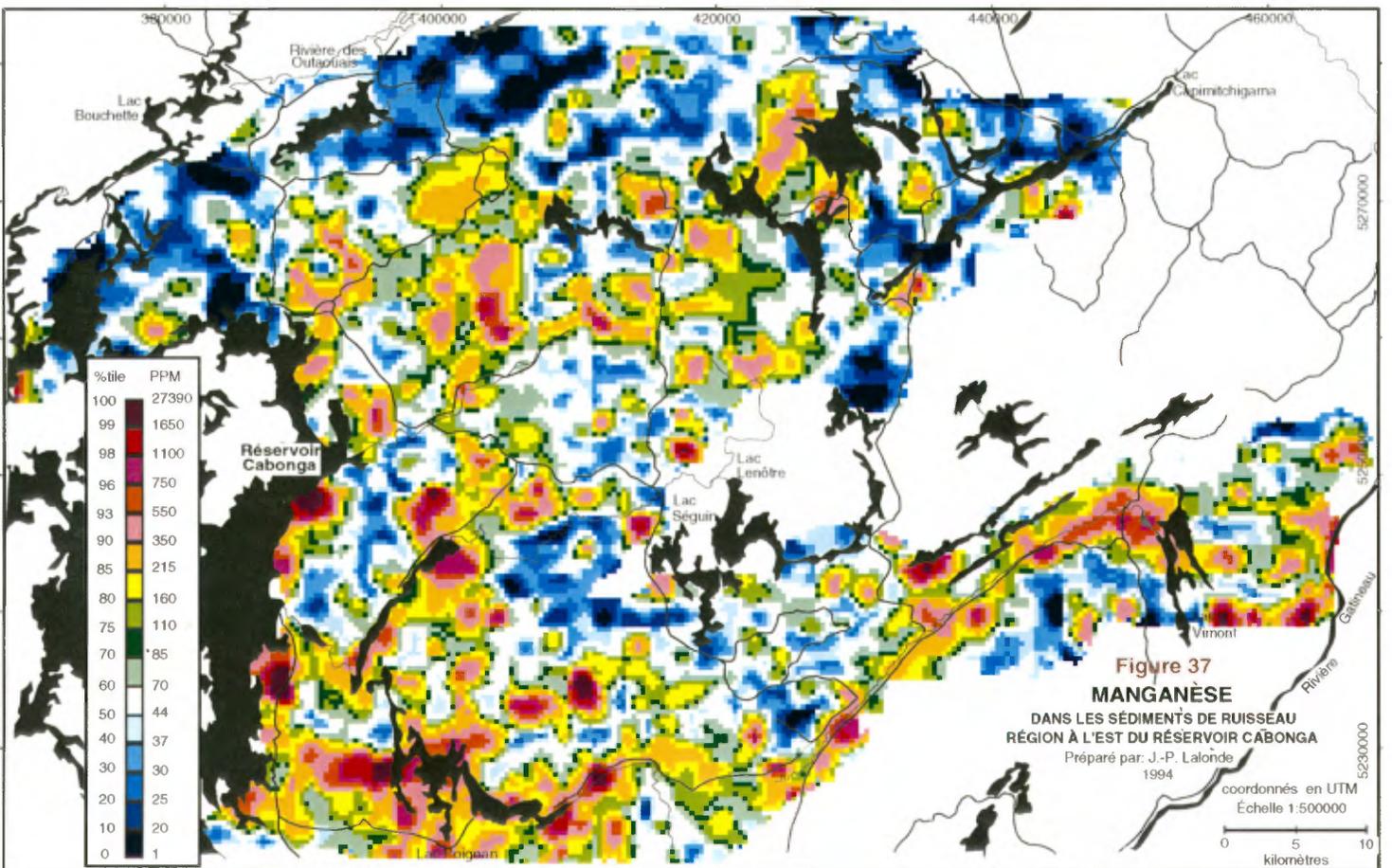
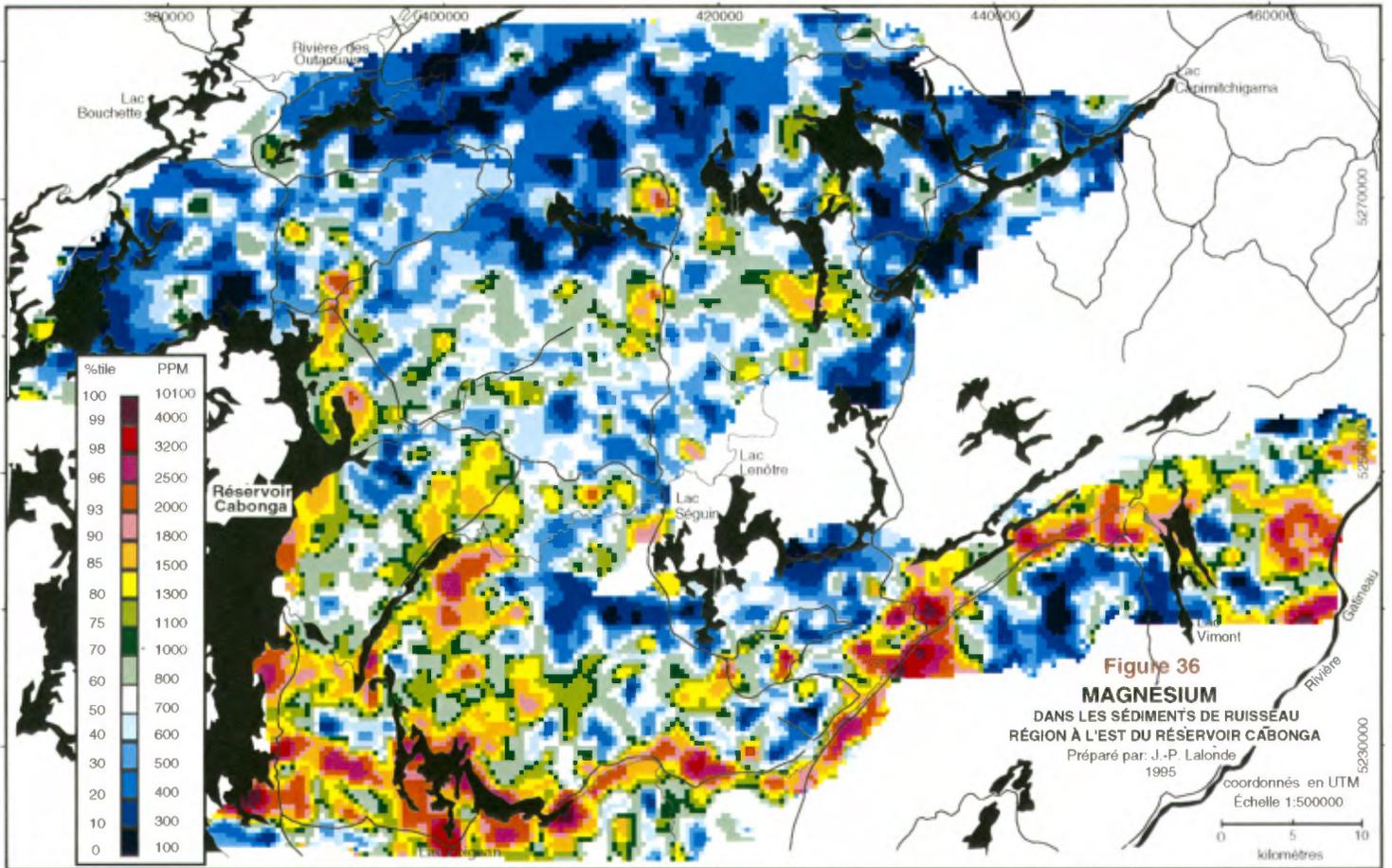


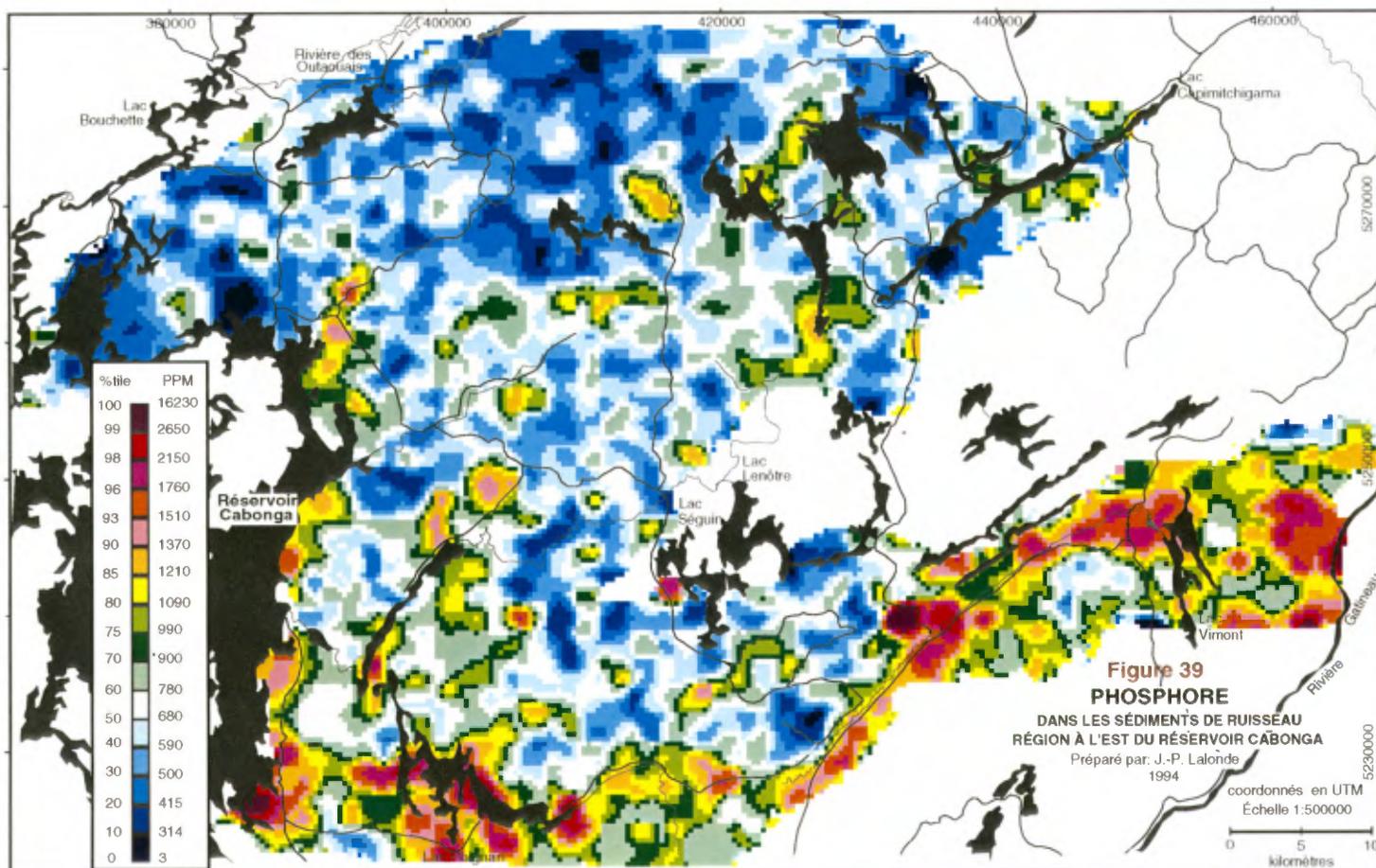
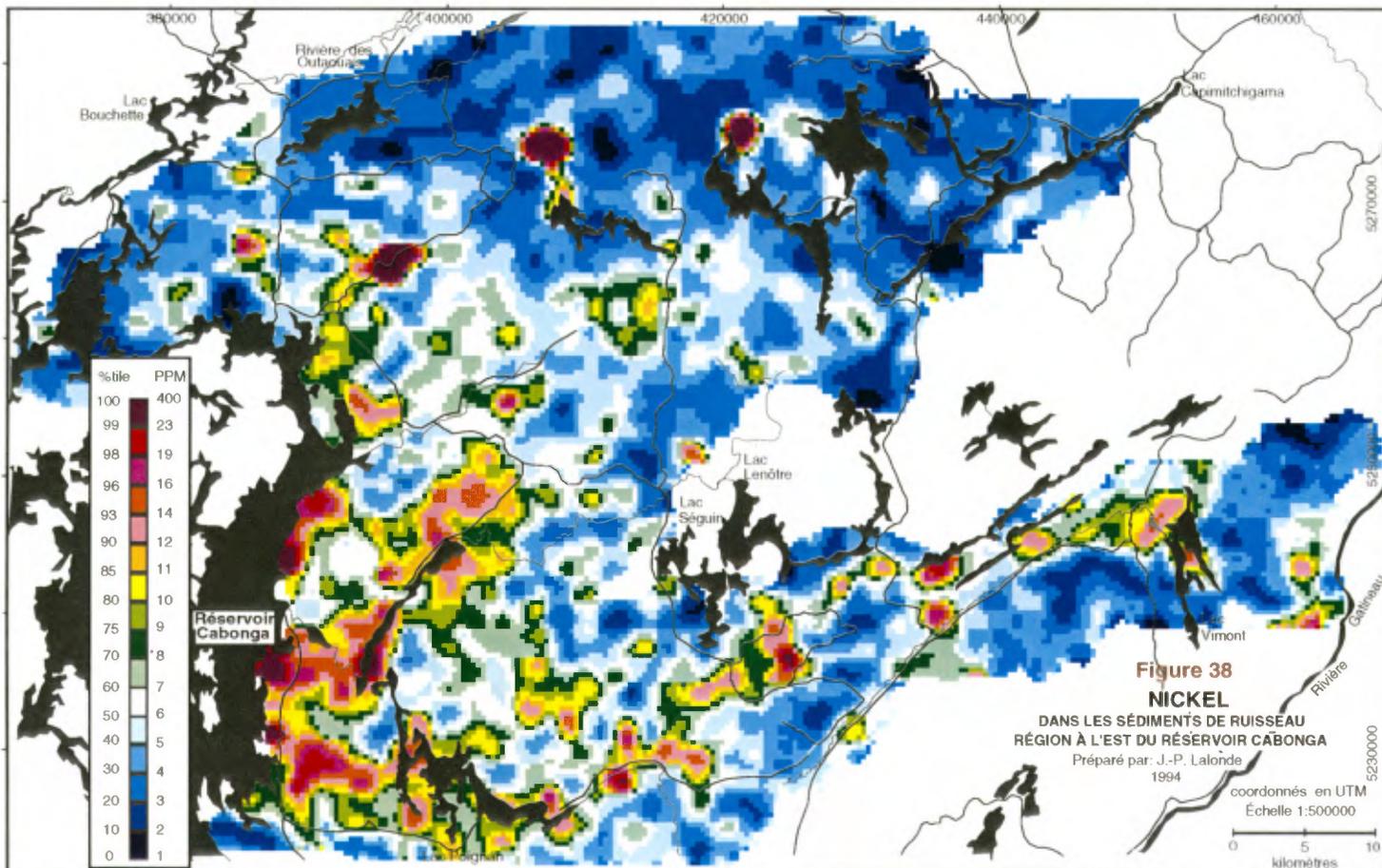


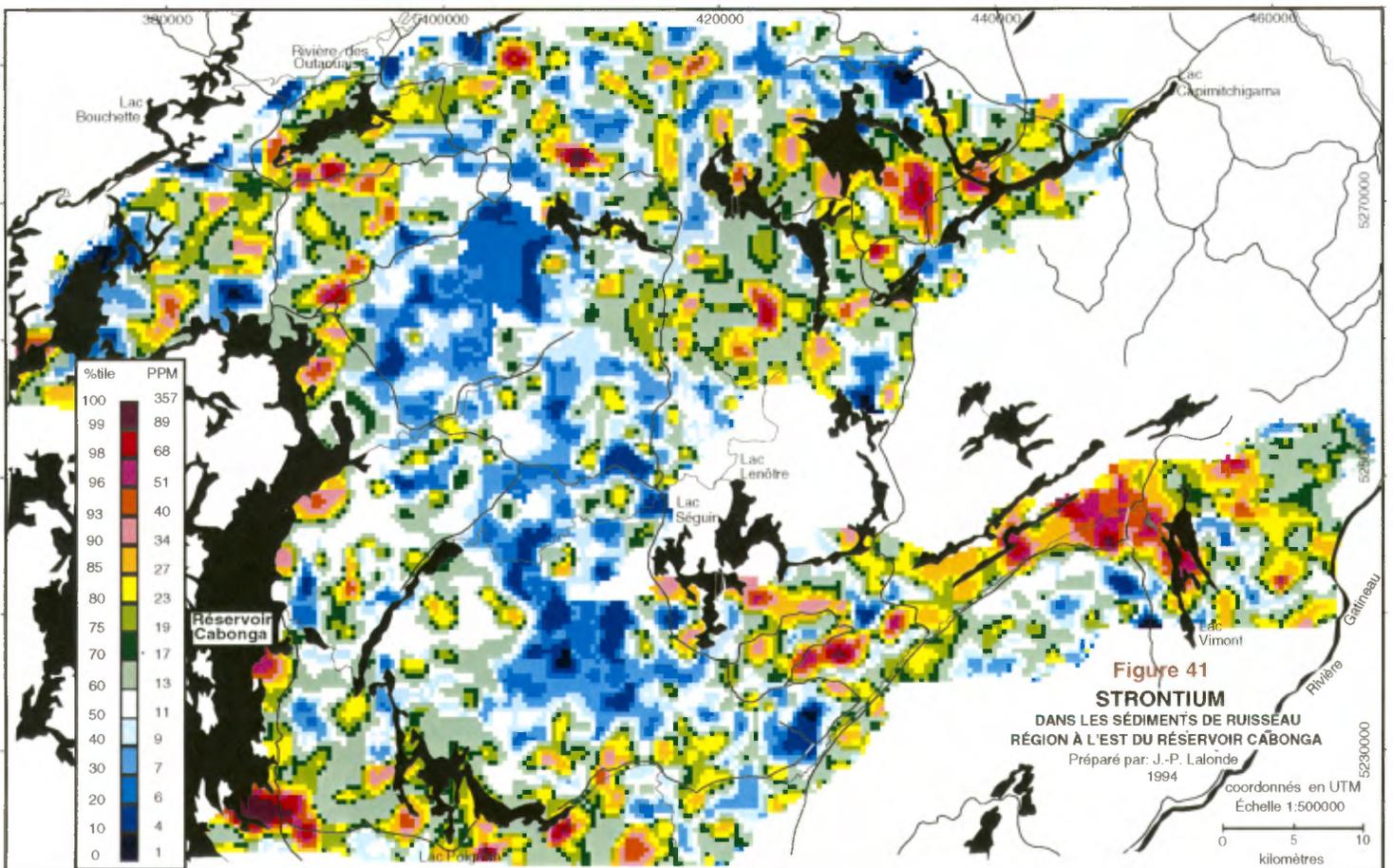
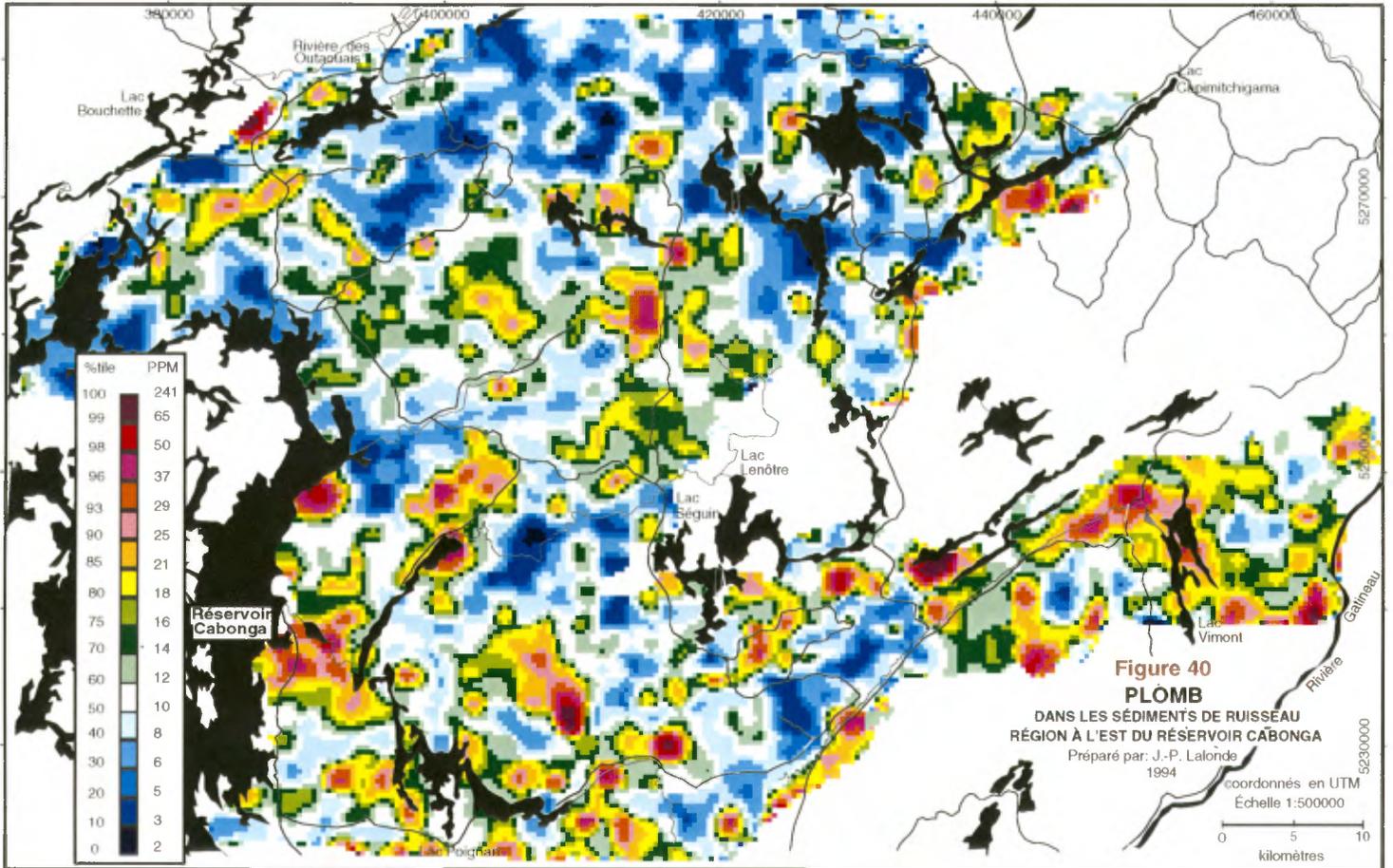


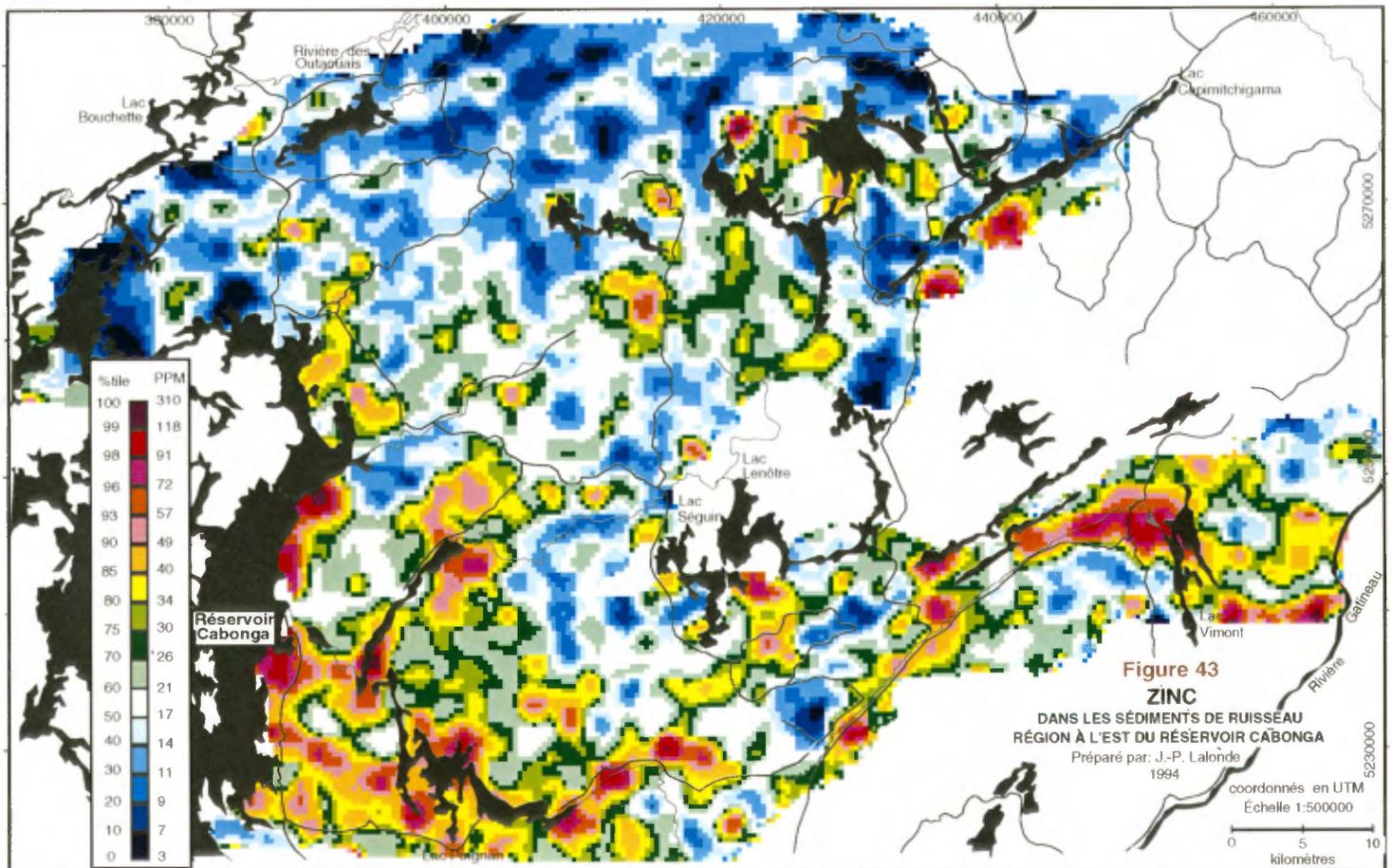
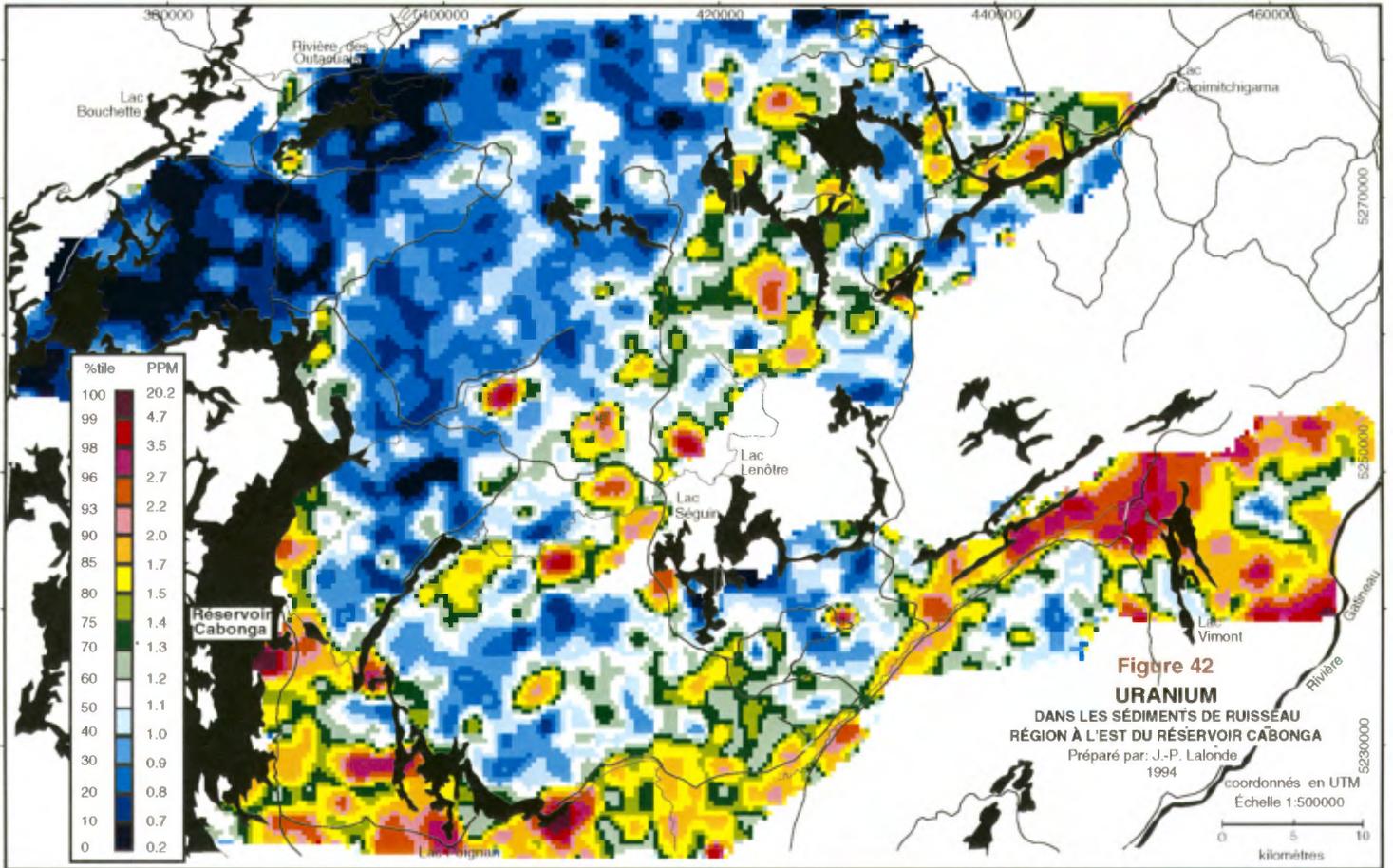












ANNEXE IV

**CRITÈRES ADDITIONNELS POUR
L'ÉVALUATION DES CIBLES**

CRITÈRES ADDITIONNELS POUR L'ÉVALUATION DES CIBLES

Certains utilisateurs désireront évaluer et accorder des priorités aux cibles en fonction de facteurs autres que le nombre d'éléments. Pour faciliter ce travail, quelques critères pouvant servir à la réalisation d'un tel exercice sont proposés ici. Une méthode de pointage est suggérée dont la somme permet d'établir quantitativement l'ordre de priorité. D'autres critères peuvent aussi être choisis au tableau 1 ou à partir de l'expérience de l'utilisateur. Un exemple de tableau servant à évaluer et prioriser des cibles géochimiques est fourni dans Lalonde (1994b).

-La superficie approximative de la cible: Plus une cible est étendue, plus grand est le nombre de sites contribuant à produire les signaux qui la composent. Plus une cible est étendue et plus grandes sont aussi les probabilités que le contexte hôte ou la source minéralisée soient importants et qu'ils aient une expression quelconque près de la surface dans l'environnement primaire. En plus, les chances en milieu non-industrialisé qu'une cible soit reliée à une source de contamination ponctuelle sont inversement proportionnelles à cette superficie.

On remarque que la superficie des cibles de première importance (figure 48) varie entre 14 et 45 km², de deuxième importance de 12 à 27 km² tandis que celles de troisième importance ont une superficie entre 4 et 9 km² [exemple de pointage: Superficie en km² > 10 = 1 pt.; > 20 = 2 pts...?].

NOTE: On doit se rappeler que les zones à teneurs élevées mises en évidence sur les figures d'isoteneurs en couleur (figures 25 à 42) sont le résultat d'interpolations. Leur pertinence doit toujours être évaluée à partir des données ponctuelles. Il est donc fortement recommandé d'utiliser les deux présentations de façon complémentaire.

On doit aussi se rappeler que les aires définies sur les cartes synthèse ne sont pas nécessairement les aires exactes à jalonner. Ces dernières pourraient être plus grandes ou plus petites selon les bassins de drainage reliés aux signaux anomaux. Les aires dessinées représentent des superficies à l'intérieur desquelles plusieurs échantillons adjacents ont des teneurs élevées.

Il pourrait donc s'avérer important, pour des raisons d'économie et d'efficacité, que l'utilisateur interprète plus finement les données de certaines cibles afin de mieux définir la zone de provenance probable du signal en fonction des données disponibles. Ce travail pourrait se faire à partir des cartes de localisation fournies avec le rapport de Kelly et al. (1972) ou en relocalisant les sites importants sur des cartes topographiques au 1/50 000.

On remarque, sur les figures de données ponctuelles, que la densité moyenne de l'échantillonnage est de l'ordre de un (1) échantillon par kilomètre carré. On peut aussi remarquer l'existence de quelques trous importants dans la couverture de l'échantillonnage. L'influence de ces trous, qui peuvent atteindre une trentaine de kilomètres carrés, doit être prise en considération si des signaux anomaux sont localisés sur leur périphérie.

-La fourchette d'éléments indicateurs: La fourchette d'éléments indicateurs c'est la signature qui permet de caractériser le signal ainsi que de formuler et de vérifier des hypothèses sur la nature de la source et, parfois même, sur sa distance et sa profondeur. Ces formulations sont fonction de la mobilité relative des éléments indicateurs dans un environnement particulier. La fourchette permet aussi d'évaluer la probabilité de contamination en fonction de la susceptibilité respective des divers éléments qui la composent. À titre d'exemple, Cu et Zn n'ont pas généralement la même susceptibilité de contamination que U et As qui sont moins répandus dans le cadre des activités humaines [exemple de pointage: 1 pt. par élément de la suite Zn, Pb, Cd, B, P, Fe, Mg, Mn; 0,5 pt. pour chacun des autres?].

NOTE: L'interprétation proposée dans ce rapport s'appuie sur l'approche multi-éléments. Mais cette méthode, comme toute autre, a ses limites. Des signaux à un ou deux éléments peuvent aussi être importants à considérer surtout lorsqu'ils impliquent une des substances recherchées et que ces signaux sont bien circonscrits. Ces signaux atténués peuvent refléter la présence de minéralisations plus profondes, des conditions qui ne favorisent pas la mobilisation des éléments ou encore un échantillonnage non représentatif.

Un signal géochimique attirant l'attention sur un territoire n'est pas synonyme uniquement d'intensité (teneurs anormales). Il comporte trois dimensions d'égalé

importance. Ces dimensions sont l'**intensité** (teneur -> hauteur), l'**étendue** (nombre de sites -> largeur) et les **variables reproduisant le signal** (nature et nombre -> profondeur). Les données de ce levé ont été évaluées pour mettre en évidence des signaux dignes d'intérêt pour la prospection. D'autres interprétations sont également possibles.

-Les indicateurs dont plusieurs teneurs excèdent le 99^e percentile: Ce critère permet d'accorder de l'importance à une cible en fonction de l'intensité des signaux obtenus (cf. nombre de sites adjacents ayant une teneur excédant le 99^e percentile). Il s'ajoute aux deux critères précédents qui sont une mesure de la reproductibilité des signaux sur plusieurs sites et par plusieurs variables. Certains nouveaux indicateurs associés à un signal d'appui fort mais ponctuel (1 site seul ou 2 sites non adjacents) pourraient être pris en considération [ex: 0,25, 0,5 ou 1,0 pt. par élément?].

-Les signaux d'appui: Les critères permettant d'identifier les signaux importants peuvent s'avérer dans certains cas trop sévères et l'utilisateur peut décider d'accorder un certain pointage aux signaux d'appui de certains éléments même si ceux-ci ne répondent pas aux critères de deux sites adjacents ayant une teneur excédant le 98^e percentile. [pointage à définir]

-La superposition des signaux géochimiques: Les signaux géochimiques pour les divers éléments peuvent se **regrouper** dans une région (aires presque exclusives mais rapprochées dans l'espace), se **recouper** (aires en partie partagées et en partie exclusives) ou se **superposer** (aires partageant un même espace). Ces signaux ou distributions d'éléments dans l'environnement secondaire peuvent être en relation directe avec un phénomène géologique. Ils refléteraient alors la distribution des éléments dans l'environnement primaire. Ils peuvent aussi être formés par des phénomènes de transport et de mobilité variable des différents éléments indicateurs dans l'environnement secondaire. Ils peuvent aussi dépendre, comme c'est souvent le cas, d'une combinaison des deux possibilités qui précèdent. Dans ce dernier cas, le phénomène de superposition des signaux suggère la présence d'une source ponctuelle à proximité et possiblement près de la surface. Cette source ponctuelle dans un milieu d'activité humaine importante pourrait aussi être une source de contamination. La superposition des signaux dans la région à l'est du réservoir Cabonga telle qu'évaluée à

partir des figures 44 à 47 est considérée comme très bonne dans environ 75% des cibles [ex: Superposition: très bonne = 2 pts.; bonne = 1 pt.?].

-Probabilité de contamination: La probabilité de contamination est évaluée à partir de plusieurs critères. Un premier critère est la proximité de sources de contamination telles que des exploitations minières (présentes ou anciennes) ou de municipalités et de développements industriels. Un deuxième est l'étendue de la cible. Plus la superficie d'une cible est grande, plus petites sont les chances qu'elle soit attribuable à une source de contamination ponctuelle. Le troisième est la fourchette d'éléments. La présence d'éléments ne pouvant être libérés par les procédés industriels locaux (ex: U, Co, Mo, As) diminue considérablement la probabilité que la source soit une contamination. Un quatrième est le degré de superposition des signaux. Une contamination industrielle se manifeste très souvent par un bon niveau de superposition près de la source; à partir de celle-ci, les signaux de certains éléments s'étirent en fonction de leur mobilités respectives. On obtient ainsi, très souvent, une dispersion multi-éléments de forme asymétrique ressemblant à une cible déformée dans une ou plusieurs directions. Le dernier critère est le contexte géologique. Une cible située dans un contexte favorable est, à prime abord, moins douteuse qu'une autre située dans un contexte inhabituel. Compte tenu de l'éloignement de la région de Cabonga et de tous les facteurs qui précèdent, les probabilités que les cibles identifiées soient reliées à des sources de contamination (en date de l'échantillonnage en 1971) sont très faibles pour ne pas dire presque inexistantes [ex: Probabilité très faible =4 pts.; faible =2 pts.?].

-Environnements géologiques favorables: Ce facteur permet de pondérer si une cible est reliée à un environnement géologique favorable à partir des données géologiques, géophysiques et géochimiques dont nous disposons. Dans la région à l'est du réservoir Cabonga, on peut se poser, à titre d'exemples, les questions suivantes: Est-ce que la cible se trouve le long d'un horizon qui peut contenir des roches calcosilicatées, des marbres et même des dolomies qui reflètent la présence d'un ancien bassin de sédimentation et de sources possibles d'exhalaisons? Serait-il possible de trouver des horizons d'amphibolites sous-jacents qui suggéreraient une activité volcanique intermittente? Est-ce qu'il y a d'autres indications suggérant la présence

d'environnements exhalatifs proximaux ou distaux? etc...
[ex: Horizons: étalement des pointages de 0 pt. à 6 pts. selon la pertinence?].

- **Proximité de nez de plis isoclinaux importants**: Les nez de plis isoclinaux sont des environnements où l'on observe très souvent l'épaississement de certaines unités lithologiques ayant une plus grande plasticité. Ainsi, un horizon minéralisé en sulfures peut avoir subi une compression importante ayant entraîné la mobilisation et l'accumulation de minéraux économiques dans les nez de tels plis. [ex: Nez de plis; oui = 4 pts.; possiblement = 2 pts.?].

- **Minéralisation connue**: La présence d'une minéralisation associée à une cible ou localisée près d'une cible, même si cette minéralisation est formée de sulfures stériles (pyrite et pyrrhotine) associés à un horizon gabbroïque ou amphibolitique, fournit un indice important qui suggère que certaines conditions métallogéniques ont pu exister dans cet environnement [ex: minéralisation à l'intérieur de la cible = 4 pts.; minéralisation à moins de 2 km de la cible = 2 pts.?].

- **Autres facteurs**: L'utilisateur peut ajouter d'autres facteurs qu'il juge pertinents et leur accorder une pondération en fonction de sa perception de leur importance relative.