



MARINE SCIENCE ATLAS  
OF THE  
BEAUFORT SEA

*ATLAS DES SCIENCES MARINES  
DE LA  
MER DE BEAUFORT*

SEDIMENTS  
*SÉDIMENTS*

© Minister of Supply and Services Canada 1984

Available in Canada through  
authorized bookstore agents and other bookstores  
or by mail from

Canadian Government Publishing Centre  
Supply and Services Canada  
Ottawa, Canada K1A 0S9

and from

Geological Survey of Canada offices:

601 Booth Street  
Ottawa, Canada K1A 0E8

3303-33rd Street N.W.,  
Calgary, Alberta T2L 2A7

100 West Pender Street  
Vancouver, British Columbia V6B 1R8  
(mainly B.C. and Yukon)

A deposit copy of this publication is also available  
for reference in public libraries across Canada

Cat. No. M41-8/38 Canada: \$30.00  
ISBN 0-660-52681-6 Other countries: \$36.00

Prices subject to change without notice

© *Ministre des Approvisionnements et Services Canada* 1984

*En vente au Canada par l'entremise de nos  
agents libraires agréés et autres librairies  
ou par la poste au*

*Centre d'édition du gouvernement du Canada  
Approvisionnement et Services Canada  
Ottawa, Canada K1A 0S9*

*et aussi aux:*

*Bureaux de la Commission géologique du Canada,*

*601, rue Booth,  
Ottawa, K1A 0E8*

*3303-33rd Street N.W.,  
Calgary (Alberta) T2L 2A7*

*100 West Pender Street  
Vancouver (Colombie-Britannique) V6B 1R8  
(surtout C.-B. et Yukon)*

*Un exemplaire en consignment de la présente publication est également  
disponible dans les bibliothèques publiques à travers le Canada.*

*N° de catalogue M41-8/38 Canada: \$30.00  
ISBN 0-660-52681-6 Hors Canada: \$36.00*

*Prix sujet à changement sans avis préalable*

Contributors  
*Collaborateurs*

Brian D. Bornhold, Dale E. Buckley, Suzanne Costaschuk,  
D.L. Forbes, C.F.M. Lewis, C.P. Lewis, Eiji Matsumoto,  
L. Meagher, B.R. Pelletier, D.A. Walker, C.S. Wong.

Reviewers  
*Critiques littéraires*

Brian D. Bornhold, C.F.M. Lewis

Editorial Assistant  
*Adjointe à la rédaction*

M. Jane McKee

Cartographic Planning and Design  
*Conception et planification cartographique*

J. Bill, R.F. Daugherty, V.S. Foster

Cartography  
*Cartographie*

R.L. Allard, E.G. Belec, P. Corrigan, S.J. Frohberg,  
R.S. Hill, M. Hudon, D. Kurfurst, L.P. Renaud, M. Sigouin.

Printed by  
*Imprimé par*

Map Reproduction Centre  
Surveys and Mapping Branch  
*Centre de reproduction des cartes*  
*Direction des levés et de la cartographie*



## PREFACE

Important to Canadians concerning their goal of self-sufficiency in energy is the development of petroleum and natural gas fields in the frontier areas of Canada. A significant portion of this vast potential lies in our northern regions: in the sub-Arctic mainland, the Arctic Archipelago, and the seafloors of Baffin Bay, the Beaufort Sea, and the connecting island seaways. The Beaufort Sea region held early promise when oil was discovered at Prudhoe Bay, Alaska, and at Atkinson Point on the northern coast of the Tuktoyaktuk Peninsula. Further encouragement arose from results of the marine geophysical surveys, which indicated the occurrence of thick sequences of sediments and geological structures suitable for the entrapment of hydrocarbons beneath the Arctic seabed. Because of their superb economic potential and the urgent need for self-sufficiency in petroleum, drilling authority was granted to the Canadian companies exploring in the Beaufort Sea.

But blowouts and accidents on the seafloor could occur due to engineering hazards such as ice-scouring, permafrost, gas, and soil failure. Navigational hazards such as sea ice on the surface, and the widely distributed shoal-like pingos on the seafloor could cause an accidental oil spill. The risk to the coastal and marine environment existed but the impact was unknown. There was an urgent need for an understanding of the natural framework of the region, including the biological and physical relationships and the possible damage to this association by an oil spill. Equally as important was the threat to a human culture that had persisted for more than 5000 years. Therefore, in 1974-75, while a moratorium was held on drilling, the Federal Government and a segment of the Canadian petroleum industry jointly formed the Beaufort Sea Project.

This undertaking was federally administered, and carried out more than 40 research projects concurrently. Such studies dealt with climatology, ice, oceanography, the seabed and shoreline, as well as the migration routes, habits and populations of fish, seals, polar bears, fox, whales and birds. In addition, cultural and social aspects of the native people, transportation, oil spills and related contingency planning and many other scientific and technological aspects were studied.

From this work several major issues emerged: the desirability and feasibility of commercial exploitation of hydrocarbon resources; the protection of the natural environment and species; the preservation of the native culture. The Mackenzie-Beaufort region is an immense supporter of life. Commonly four million birds use this area for staging and nesting, innumerable fish-spawning streams exist, and larger marine and land animals are both visitors and users of the area. Offshore beneath the Beaufort Sea are enormous potential reserves of hydrocarbons, and their development, in keeping with the National Energy Program, must be managed with skill and good judgement. It is toward this combined end of resource development and environmental protection that pertinent background information was assembled in cartographic form in order to produce a marine science atlas of the Beaufort Sea region.

Materials and observations for this atlas were gathered from aircraft, an ice platform, ships and launches, submersibles, and scuba divers. Included here are the products of a wide range of technologies: satellite imagery, laser profilometry, radar, photography, underwater television, electron and transmission microscopy, X-radiography, spectrochemistry, seismic and sonic displays, graphical devices, and a varied cartography. Because the various scientific disciplines exemplified required regional maps in some cases and local maps in others, the data maps are drawn at different scales. This produced some efficiency and economy in production, particularly when the density of data was more suitable for smaller maps. In certain cases, such as the spectrochemical analyses of sediments, analytical results are plotted, but for most other data, the information is organized according to classes and quality, and may be contoured or illustrated by means of symbols or colours.

More than 60 investigators have contributed to the Beaufort Sea atlas and, in many cases, explanations and interpretations have been given to make the work more meaningful. The spectrum of subjects includes environmental aspects such as climatology, ice, oceanography; the geosciences including regional and surficial geology, geophysics, seafloor morphology, coastal processes, and sediments; and several contributions on ancient and modern ecology. These topics are illustrated in different folios in order to appeal to an audience with wide interests and different backgrounds. Altogether the folios comprise the Beaufort Sea atlas which is designed to serve resource developers, exploration companies, scientific communities, government agencies, schools, and the interested Canadian public. Fundamentally it is also organized to provide background and baseline information for safe environmental and engineering designs, both of which have the same, single purpose of protection for the environment while the development of much needed energy resources is underway.

R.A. Price,  
Director General  
Geological Survey of Canada

## PRÉFACE

Pour atteindre l'autarcie énergétique, les Canadiens doivent mettre en valeur les gisements de pétrole et de gaz naturel des régions pionnières du Canada. Or, une grande partie de ce vaste potentiel se trouve en milieu nordique, c'est-à-dire dans le continent subarctique, dans l'archipel Arctique et dans le sous-sol de la baie de Baffin, de la mer de Beaufort et des chenaux interinsulaires. Des gisements de pétrole ont été découverts à Prudhoe Bay, en Alaska, et à la pointe Atkinson, sur la côte nord de la péninsule de Tuktoyaktuk, et on a aussitôt fondé de grands espoirs sur la région de la mer de Beaufort. Ces espoirs ont ensuite été renforcés par les travaux de prospection géophysique en mer, qui ont révélé l'existence, sous l'océan Arctique, d'épaisses successions sédimentaires et de structures géologiques favorables à l'accumulation d'hydrocarbures. En raison de l'importance économique considérable de ces ressources et de l'urgente nécessité pour le Canada d'assurer son autosuffisance en pétrole, les sociétés canadiennes qui explorent la mer de Beaufort ont reçu l'autorisation de procéder à des forages.

Toutefois, le milieu marin n'est pas à l'abri des éruptions de puits de pétrole ni des autres accidents; l'action érosive des glaces, le pergélisol, le gaz et les ruptures de sol présentent un danger constant. En surface, les glaces flottantes et ces hauts-fonds très répandus que l'on appelle "pingos" sont un danger pour la navigation et pourraient être à l'origine d'un déversement accidentel de pétrole. On savait que l'exploitation pétrolière comportait des risques pour le milieu côtier et le milieu marin, mais on en connaissait mal l'ampleur. Il était donc urgent de comprendre le cadre naturel de la région, notamment les relations entre la vie biologique et le milieu physique, et de savoir comment un déversement de pétrole pouvait le toucher. Ces activités en mer avaient une autre conséquence tout aussi grave: elles menaçaient une civilisation vieille de plus de 5 000 ans. C'est pourquoi en 1974-1975, pendant qu'un moratoire était imposé sur le forage en mer, le gouvernement fédéral et un groupe représentatif de l'industrie pétrolière du Canada se sont associés pour mettre sur pied le Projet de la mer de Beaufort.

Gérée par le gouvernement fédéral, cette entreprise a mené de front plus de 40 projets de recherches sur des sujets très variés: climatology, glaces, océanographie, milieux marins et littoraux, migrations, comportement et recensement des poissons, phoques, ours blancs, renards, baleines et oiseaux. Elle s'est en outre penchée sur les aspects culturels et sociaux des autochtones, sur les modes de transport, sur les déversements de pétrole et les mesures d'urgence requises en cas d'accident, et sur beaucoup d'autres questions de nature scientifique et technologique.

De ces travaux ont découlé plusieurs questions importantes. Est-il souhaitable et possible d'exploiter commercialement les ressources en hydrocarbures? Comment protéger le milieu naturel et les espèces qui y vivent? Comment préserver la culture des autochtones? La région de la mer de Beaufort et du delta du Mackenzie est un immense habitat de la faune. Elle sert de lieu de rassemblement et de nidification à quatre millions d'oiseaux. Elle regorge de frayères et accueille des animaux terrestres et marins de plus grande taille. Les fonds marins de la mer de Beaufort recèlent d'énormes réserves potentielles d'hydrocarbures, dont la mise en valeur, pour être conforme à l'esprit du Programme énergétique national, devra s'effectuer avec beaucoup de savoir-faire et de jugement. C'est précisément pour mettre en valeur ces ressources tout en préservant la qualité de l'environnement que l'on a réuni des renseignements de base pertinents sous forme de cartes et réalisé un atlas scientifique de la région de la mer de Beaufort.

Aéronefs, plates-formes de glace, bateaux et vedettes, submersibles et plongeurs en scaphandre autonome comptent parmi les moyens utilisés pour recueillir le matériel et les observations nécessaires à la compilation de cet atlas. Les techniques d'observation utilisées sont tout aussi variées: images prises par satellite, profilométrie laser, radar, photographie, télévision sous-marine, microscopie électronique et à transmission, radiographie, spectrochimie, visualisation sismique et acoustique, procédés graphiques et diverses formes de cartographie. Parmi les domaines scientifiques traités dans cet atlas, certains s'accommodent mieux de cartes régionales tandis que d'autres préfèrent des cartes locales; par conséquent, les données seront représentées sur des cartes à différentes échelles. On y gagne en efficacité et en économie, surtout lorsque la densité des données est telle qu'il vaut mieux utiliser des cartes plus petites. Dans certains cas, par exemple dans les analyses spectrochimiques des sédiments, les résultats sont présentés sous forme de graphiques; néanmoins, la majeure partie de l'information est groupée en catégories et en niveaux de qualité, et peut être représentée par des courbes de niveau ou illustrée au moyen de symboles ou de couleurs.

Plus de 60 chercheurs ont contribué à la rédaction de l'atlas scientifique de la mer de Beaufort; dans bien des cas, ils ont fourni des explications et des interprétations qui ajoutent à l'utilité du travail. Le large éventail des thèmes couvre des questions relevant soit du domaine de l'environnement, comme la climatology, l'étude des glaces et l'océanographie, soit du domaine des sciences de la Terre, comme la géologie régionale et la géologie des formations en surface, la géophysique, la morphologie des fonds marins, la morphologie côtière et la sédimentologie. À cela s'ajoutent plusieurs contributions en écologie et en paléoécologie. Compte tenu de la diversité des intérêts et des origines du public auquel l'atlas est destiné, il a été jugé préférable d'illustrer chacun de ces thèmes sur une carte différente. Ensemble, les cartes constituent l'atlas scientifique de la mer de Beaufort, qui se veut un outil de travail pour les entreprises œuvrant dans la domaine de la mise en valeur des ressources, les sociétés d'exploration, les milieux scientifiques, les organismes gouvernementaux, les écoles et le grand public. Fondamentalement, l'atlas est organisé de façon à fournir des renseignements de base et de référence aux ingénieurs qui doivent concilier l'objectif de la mise en valeur des ressources énergétiques du Canada avec celui de la protection de l'environnement.

R.A. Price  
Directeur général  
Commission géologique du Canada

CONTENTS  
TABLE DES MATIÈRES

CONTRIBUTORS COLLABORATEURS	
PREFACE PRÉFACE	
CONTENTS TABLE DES MATIÈRES	
INTRODUCTION INTRODUCTION	1
SEDIMENT SOURCES SOURCES DES SÉDIMENTS	2
SUSPENDED PARTICULATE MATTER: GRAVIMETRIC AND VOLUMETRIC PARTICULES EN SUSPENSION: GRAVIMÉTRIE ET VOLUMÉTRIE	3
COASTAL LANDFORMS, SEDIMENTS, AND PROCESSES RELIEFS, SÉDIMENTS ET PROCESSUS CÔTIERS	4
PHOTOGRAPHS OF REPRESENTATIVE COASTAL FEATURES, YUKON COAST PHOTOGRAPHIES DE RELIEFS CÔTIERS REPRÉSENTATIFS, CÔTE DU YUKON	5
PHOTOGRAPHS OF REPRESENTATIVE COASTAL FEATURES, MACKENZIE COAST AND TUKTOYAKTUK PENINSULA PHOTOGRAPHIES DE RELIEFS CÔTIERS REPRÉSENTATIFS, CÔTE DU DELTA DU MACKENZIE ET PÉNINSULE DE TUKTOYAKTUK	6
DISTRIBUTION AND DISPERSAL OF BOTTOM SEDIMENT TYPES RÉPARTITION ET DISPERSION DES GENRES DE SÉDIMENTS MARINS	7
DISTRIBUTION OF GRAVEL, SAND, SILT AND CLAY RÉPARTITION DU GRAVIER, DU SABLE, DU LIMON ET DE L'ARGILE	8
THICKNESS OF RECENT SOFT SEDIMENTS ÉPAISSEUR DES SÉDIMENTS TENDRES D'ORIGINE RÉCENTE	9
SEDIMENTATION RATES OF RECENT SOFT SEDIMENTS VITESSES DE SÉDIMENTATION DES SÉDIMENTS TENDRES D'ORIGINE RÉCENTE	10
SEDIMENT CORING CAROTTAGE DES SÉDIMENTS	11
SEDIMENT CORE TEXTURE TEXTURE DES CAROTTES DE SÉDIMENTS	12
SEDIMENT CORE STRATIGRAPHY STRATIGRAPHIE DES CAROTTES DE SÉDIMENTS	13
HEAVY MINERALS MINÉRAUX LOURDS	14
DISTRIBUTION OF HEAVY MINERAL SPECIES RÉPARTITION DES ESPÈCES DE MINÉRAUX LOURDS	15
DISTRIBUTION OF CLAY MINERALS RÉPARTITION DES MINÉRAUX ARGILEUX	17
PHOTOMICROGRAPHS OF MINERAL SPECIES PHOTOMICROGRAPHIES DES ESPÈCES DE MINÉRAUX	18
DISTRIBUTION OF MAJOR ELEMENTS RÉPARTITION DES ÉLÉMENTS MAJEURS	19
DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS RÉPARTITION DES OLIGO-ÉLÉMENTS	22
STATISTICAL ANALYSIS OF GEOCHEMICAL AND SEDIMENTARY DATA ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES GÉOCHIMIQUES ET SÉDIMENTAIRES	27
ACKNOWLEDGEMENTS REMERCIEMENTS	

## INTRODUCTION

Sediments of the Beaufort Sea serve as a model of sedimentation in a shallow arctic sea, characterized by low hydrodynamic vigour. Part of the reason for this low energy is the fact that an ice canopy persists for most of the year, perhaps eight or nine months. This ice cover restricts the fetch over which stormy winds can blow and generate waves that can erode the seabed, coasts, barrier islands and spits. However, these events do occur occasionally during the summer months, and the resulting damage is fairly widespread.

Several mountain streams, such as Babbage, Firth, Malcom and Spring, in the western part of the region flow directly from the mountains, cross a piedmont and coastal plain, and deposit their loads into small deltas, inlets or directly onto the seafloor. In the eastern region, a few lowland trunk systems, such as the Anderson and Horton, also deposit sediments into small inlets and deltas, as well as onto the inner continental shelf. However, the major contributor of sediments to the Beaufort Sea is the Mackenzie River system; it drains one-sixth of the land area of Canada. The load from Mackenzie River debouches onto the Mackenzie delta, into numerous inlets and bays, into Mackenzie Trough, and onto a large portion of the continental shelf. From all the fluvial and coastal sources, sediments move partly across the shelf but mostly they are carried eastward by coastal currents. In this section of the Beaufort Sea atlas, demonstrations are made of the sources of these sediments, their routes of transport, and both their temporary and ultimate depositional sites.

Photographs and the results of field mapping have been utilized in determining the natural processes of erosion and sedimentation in the area. Minerals were examined and identified in order to deduce the original source of the sediments. For example, the presence of some minerals indicates a source (or provenance) in the western Cordillera of the Yukon; others demonstrate a longer route of travel from the Precambrian Shield and northern Interior Plain via transporting agents comprising glacial ice and a fluvial trunk system. Additionally, the results of a long-term laboratory project involving petrographic, X-ray, and geochemical investigations established baseline data for the region. These data are most helpful in terms of environmental protection dealing with the seabed and coastline alike.

Engineering projects rely heavily on a knowledge of seabed materials and processes. To this end, the sediments have been classified according to texture. Their thickness and rates of deposition have been mapped in the coastal fringe of Mackenzie Delta, Tuktoyaktuk Peninsula, and the central area of the shelf where drilling activity and engineering projects are underway. In these areas, the sediment investigations and the subsequent production of maps are insufficient for a total study of the natural processes affecting the seabed and coast. Among many other disciplines such as geology, geophysics, and hydrography are the important studies of oceanography and meteorology. These scientific investigations are carried out with the seabed studies in order to ensure a secure program of resource development in an area of important environmental concerns.

B.R. Pelletier

## INTRODUCTION

*Les sédiments de la mer de Beaufort sont répartis selon le modèle de sédimentation qui se produit dans une mer arctique peu profonde, caractérisée par un faible niveau d'activité hydrodynamique. Ce dernier facteur s'explique en partie par le fait qu'une voûte de glace recouvre la mer de Beaufort la majeure partie de l'année, peut-être huit ou neuf mois. Cette glace limite la course des vagues que produisent les vents de tempête et qui peuvent éroder le fond marin, la côte, les îles barrières et les flèches littorales. L'été, cependant, la disparition de la couverture de glace permet aux vagues de reprendre leurs activités, causant ainsi des dommages assez étendus.*

*Dans la partie ouest de la région, plusieurs cours d'eau de région montagneuse, comme les rivières Babbage, Firth, Malcom et Spring, jaillissent de la montagne, traversent un piémont et une plaine côtière, et déposent leurs charges sédimentaires dans de petits deltas, dans des inlets ou directement sur le fond marin. Dans l'est, quelques réseaux hydrographiques de basses terres, comme ceux des rivières Anderson et Horton, abandonnent eux aussi des sédiments dans de petits inlets et deltas, de même que sur le plateau continental intérieur. Cependant, le principal pourvoyeur de la mer de Beaufort est sans contredit le réseau du fleuve Mackenzie, qui arrose le sixième des terres du Canada. Le fleuve Mackenzie décharge ses sédiments dans le delta du Mackenzie, dans de nombreux inlets et baies, dans la dépression du Mackenzie et sur une grande partie du plateau continental. Seule une fraction des sédiments d'origine fluviale ou littorale est dispersée vers le large; l'essentiel des particules est entraîné vers l'est par les courants côtiers. Les cartes de la présente partie de l'atlas de la mer de Beaufort indiquent les sources de ces sédiments, leurs voies de migration ainsi que leurs milieux de mise en place provisoires et définitifs.*

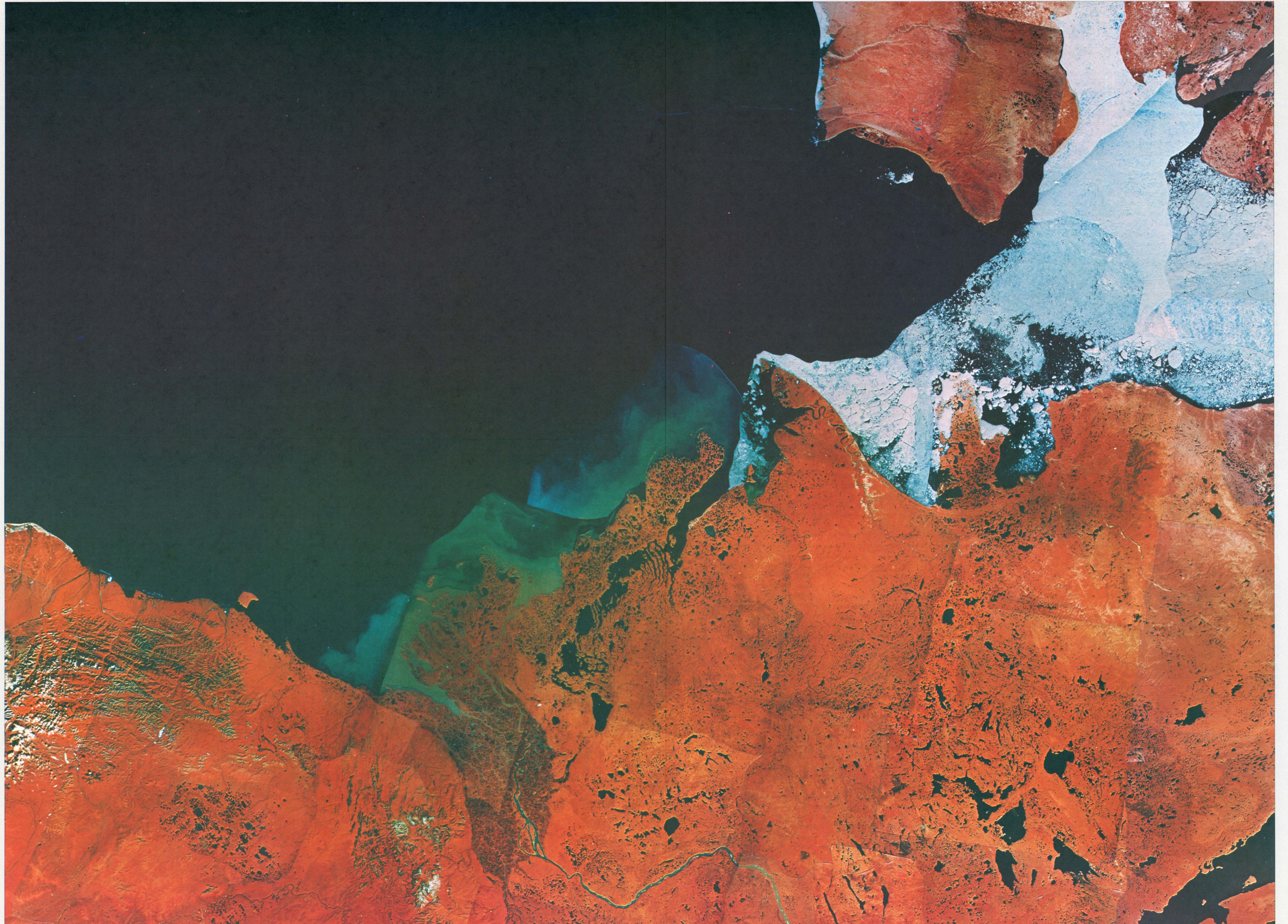
*À l'aide de photographies et de travaux de cartographie sur le terrain, les chercheurs ont tâché de définir les processus naturels d'érosion et de sédimentation qui caractérisent la région. Ils ont examiné et identifié des minéraux, en essayant d'en déduire la source originale des sédiments. Ainsi, la présence de tels ou tels minéraux indiquera que les sédiments proviennent de la Cordillère de l'Ouest, au Yukon; d'autres minéraux permettront de situer l'origine des sédiments dans le Bouclier précambrien et le nord de la plaine Intérieure, d'où ils ont été arrachés et transportés par un glacier ou un cours d'eau. En outre, une longue étude en laboratoire comportant des travaux de pétrographie, de radiographie et de géochimie a permis d'établir des données de référence dont l'utilité se fait particulièrement sentir au niveau de la protection de l'environnement en milieu marin comme en milieu côtier.*

*Les ingénieurs ont absolument besoin de connaître les matériaux qui composent les fonds marins et les processus inhérents à ce milieu. Pour cette raison, les sédiments ont été classés selon leur texture. On a aussi porté sur des cartes les épaisseurs et les vitesses de mise en place des sédiments dans la frange côtière du delta du Mackenzie, de la péninsule de Tuktoyaktuk et de la partie centrale du plateau, où des travaux de forage et des projets de construction sont en cours. Dans ces régions, les études et les cartes sédimentologiques sont insuffisantes pour rendre compte de tous les processus marins et côtiers. Outre la géologie, la géophysique et l'hydrographie, les études en océanographie et en météorologie apportent une contribution importante. Ces recherches scientifiques sont menées de front avec l'étude des fonds marins dans le but de permettre la réalisation, en toute sécurité, de la mise en valeur des ressources dans un milieu qui suscite des préoccupations importantes.*

B.R. Pelletier



LANDSAT IMAGERY OF THE BEAUFORT SEA REGION  
IMAGE LANDSAT DE LA RÉGION DE LA MER DE BEAUFORT





## SEDIMENT SOURCES

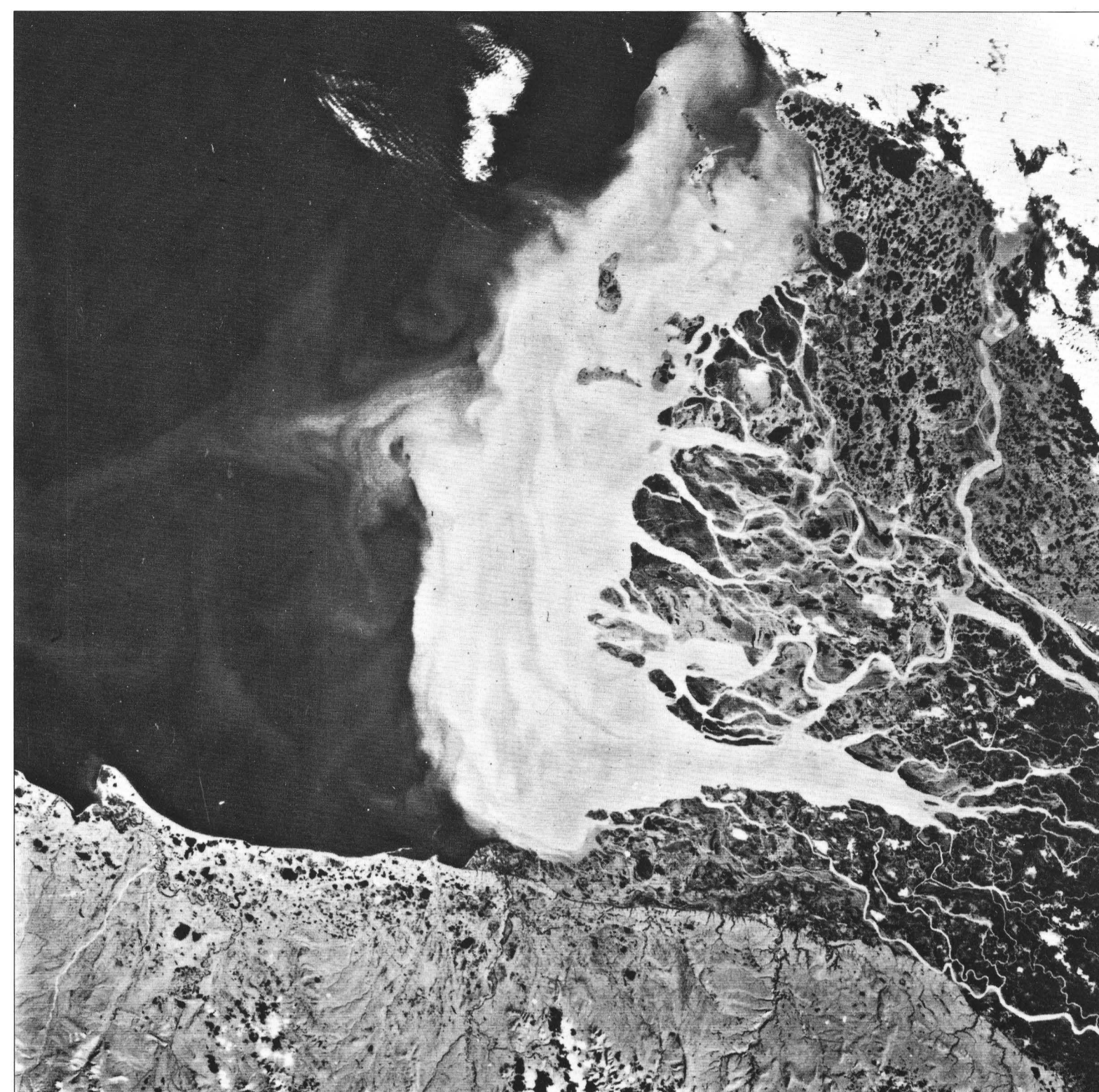
The sources of most Beaufort marine sediments are: the northern hinterland, comprising the Cordilleran Mountains and the Precambrian Shield, the northern Interior Plain, and the fringing Arctic Coastal Plain including the coasts and deltas. Many of these sediments are transported along the seabed where they are deposited and later disturbed by keels of drifting ice and scouring storm waves. Finer sediments flocculate in the water mass in the boundary area of fresh and salt water, and form part of the sediment plume that discharges from Mackenzie River. The plume drifts eastward along the coast and over Mackenzie Trough, and delivers finer sediments to the water column and eventually the seabed along its route. Newly formed land-fast ice may incorporate seabed sediments, as well as those in the water column. On melting, the ice distributes this load to various parts of the ocean.

B.R. Pelletier

## SOURCES DES SÉDIMENTS

*Les sédiments de la mer de Beaufort proviennent pour la plupart de l'arrière-pays nordique, notamment la Cordillère et le Bouclier précambrien, de la plaine intérieure du Nord et de la plaine côtière de l'Arctique, y compris les côtes et les deltas. Dans bien des cas, les sédiments sont transportés le long du fond marin, où ils se déposent, pour être ensuite remaniés par les quilles de glace à la dérive et par des vagues de tempête. Les sédiments les plus fins flocculent dans la masse aqueuse au contact de l'eau douce et de l'eau salée et s'intègrent à la trainée de sédiments que décharge le fleuve Mackenzie. Cette trainée dérive vers l'est et vers la dépression du Mackenzie et, chemin faisant, abandonne les sédiments fins dans la colonne d'eau, qui les décantera éventuellement sur le fond marin longeant son trajet. La jeune banquise côtière peut contenir des sédiments du fond marin ainsi que des particules en suspension dans la colonne d'eau. En fondant, elle disperse sa charge sédimentaire dans divers endroits de l'océan.*

B.R. Pelletier



Sediment discharge from Mackenzie River as seen in this Landsat imagery taken September 3, 1974. An onshore wind is keeping the sediments close to the delta and, under the influence of the Coriolis force, currents transport these sediments easterly.  
*La présente image Landsat, prise le 3 septembre 1974, montre le débit solide du fleuve Mackenzie. Un vent de mer garde les sédiments à proximité du delta et, sous l'influence de la force de Coriolis, des courants les entraînent vers l'est.*



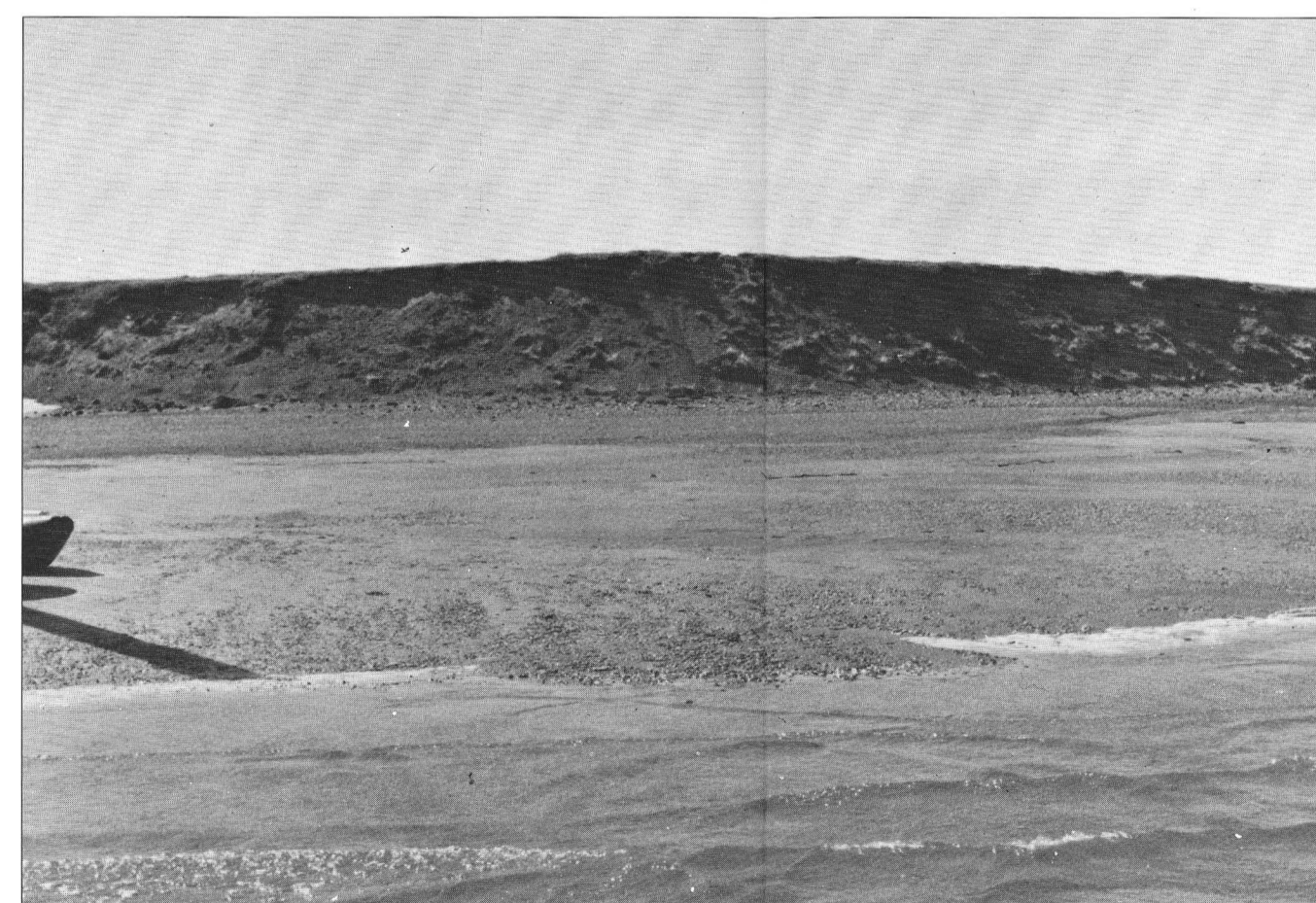
Seabed sediments undergoing resuspension and transportation. This photograph shows a sediment cloud arising from the impact of the underwater television frame with the seafloor. Ice-scouring of the seabed creates a similar effect but the intensity and magnitude is considerably greater.

*Remise en suspension et transport de sédiments des fonds marins. La photographie montre un nuage de sédiments soulevé par l'impact d'une caméra de télévision sous-marine sur le fond de la mer. L'affouillement des fonds marins par les glaces produit un effet analogue, mais avec beaucoup plus d'intensité et d'ampleur.*



Aerial photograph showing the coastal erosion along the Tuktoyaktuk Peninsula-Mackenzie Delta area. Freezing and thawing of the soil cover produces rotational slumping of large blocks of land. Sediments are eroded by wave action and carried seaward and easterly by easterly moving longshore currents.

*Photographie aérienne montrant l'érosion côtière de la région de la péninsule de Tuktoyaktuk et du delta du Mackenzie. Le gel et le dégel successifs du sol produisent le glissement, accompagné d'un mouvement de rotation, de gros blocs de terrain. Sous l'action des vagues, les sédiments sont arrachés à leur milieu et entraînés vers la mer et, par des courants littoraux, vers l'est.*



Shoreline cliffs comprise glacial drift which is exposed to wave action. During shoreline retreat, waves undercut the cliffs, and hydrodynamically sort the sediments. The fine materials such as the sands, silts, and clays are washed seaward by the waves and transported along the coast by longshore currents. A coarse sand bodies may also form as a residual deposit.

*Les falaises littorales comportent des matériaux de transport glaciaires (drift) qui sont soumis à l'action des vagues. À mesure que régresse la ligne de rivage, les vagues sapent les falaises et classent les sédiments selon des processus hydrodynamiques. Les matériaux les plus fins, tels que sables, limons et argiles, sont balayés en direction de la mer par les vagues et entraînés le long de la côte par des courants littoraux. Un résidu de déflation grossier est laissé sur les plages. Des masses de sable grossier peuvent également s'y former.*



In shallow zones, coastal waters freeze to the seabed and incorporate sediments into the ice mass. During the spring, this shelf ice becomes buoyant and drifts with its sediment load to another part of the ocean. The sediments are released in transport as the ice melts.

*Aux faibles profondeurs, les eaux côtières gèlent sur toute leur épaisseur et des sédiments sont emprisonnés dans la masse de glace. Au printemps, la plate-forme flottante de glace d'origine continentale surnage et part à la dérive en entraînant avec elle sa charge sédimentaire. En fondant, elle libère les sédiments.*

## SUSPENDED PARTICULATE MATTER

In August and September, 1975 two studies were carried out in the southern Beaufort Sea in order to determine the concentration, size distribution, mineralogy, composition, source, and fate of suspended matter in the water column. The concentration of suspended matter was determined by different methods in the two studies: volumetrically, expressed as parts per million (ppm), and gravimetrically, expressed as milligrams per litre of sea water (mg/l).

## Suspended Matter Concentration

The analysis of both salinity and sediment concentration in surface samples confirmed the principal distribution patterns apparent from satellite imagery. Most of the discharge of the Mackenzie River is carried eastward along the Tuktoyaktuk Peninsula. A small counterclockwise gyre west of Herschel Island enters Mackenzie Bay and, farther offshore, the main Beaufort gyre flows westward. This circulation pattern gives rise to much lower salinities and much higher concentrations of suspended matter in the surface waters on the east side of the delta than exist to the west. The mean suspended matter concentration of all samples west of Herschel Island was 0.36 mg/l whereas east of Mackenzie Bay the mean was 0.63 mg/l (neglecting three localities with extremely high concentrations ranging from 1.25 to 17.5 mg/l).

In profiles of suspended matter concentration through the water column, the highest values, in general, were found in the surface layer of low salinity. As is frequently found on other continental shelves, the next highest values, sometimes exceeding the surface layer concentrations, were very near the bottom. Near-bottom turbidity maxima were found at 25 of the 43 sites where samples were obtained just above the seafloor. These high concentrations near the seafloor are attributed to a resuspension of bottom sediments by storm waves, currents, and, possibly, internal waves.

## Size Distribution of Particles

Most particles in the surface waters of the two stations studied fell in the size range from 12 to 40 microns. In intermediate water depths (30 m) a more even distribution of particles in the various size classes from 4 to 40 microns was discovered. In the near-bottom samples particles smaller than 12 microns were dominant, with concentrations of larger particles diminishing rapidly with increasing size. Thus it would appear that the near-bottom currents giving rise to the turbidity maxima at these localities were capable of resuspending particles up to 12 microns in size.

## Suspended Matter Composition

The most commonly observed components of suspended matter were: (1) fine mineral particles (generally less than 10 microns); (2) organic aggregates containing mineral grains (commonly 100 to 400 microns); (3) dense, red-brown aggregates of mineral particles (usually 40 to 100 microns but occasionally up to 300 microns); and, (4) plankton, principally diatoms and silicoflagellates (Fig. a-h). Other components such as pollen grains and iron-stained quartz (up to 60 microns) were occasionally encountered.

The fine mineral grains in surface samples are derived primarily from the river and from shoreline erosion. The organic aggregates are, in form and composition, unlike those found elsewhere which are generally thought to be fecal pellets produced by marine zooplankton. It is felt that probably most of the organic aggregates in the southern Beaufort Sea are derived from the Mackenzie River. The red-brown, nearly opaque grains are thought to be aggregates of colloidal iron oxide and hydroxide and organically complexed iron, formed both within the river and where the river water enters the sea.

The clay minerals in the suspended matter are in general agreement with the average composition of Mackenzie River sediment and with values found in samples on the continental shelf. Marked regional differences do exist, however, in the suspended sediment mineralogy. The plume emanating from Mackenzie Bay is characterized by a clay mineral assemblage which includes a small amount of kaolinite and montmorillonite. The outflow from Kugmallit Bay, on the other hand, contains appreciable chlorite and no montmorillonite or kaolinite. Illite occurs in abundance in all samples.

Brian D. Bornhold, Eiji Matsumoto, and C.S. Wong

## PARTICULES EN SUSPENSION

En août et septembre 1975, ont eu lieu dans le sud de la mer de Beaufort deux études qui avaient pour but de déterminer la concentration, la répartition granulométrique, la minéralogie, la composition, la source et le destin des particules en suspension dans la colonne d'eau. Dans les deux cas, la concentration des particules en suspension a été mesurée par volumétrie, où les concentrations sont exprimées en parties par million (ppM), et par gravimétrie, qui rapporte le nombre de milligrammes par litre d'eau de mer (mg/l).

## Concentration des particules en suspension

L'analyse de la salinité et de la concentration des sédiments dans des échantillons prélevés en surface a confirmé les principales répartitions observées sur les images prises par satellite. Au débouché du fleuve Mackenzie, les sédiments sont en majeure partie transportés vers l'est le long de la péninsule de Tuktoyaktuk. À l'ouest de l'île Herschel, un petit tourbillon tournant dans le sens contraire des aiguilles d'un montre pénètre dans la baie Mackenzie et, plus au large, le tourbillon principal de la mer de Beaufort se déplace vers l'ouest. Ce réseau de circulation est à l'origine de taux de salinité beaucoup plus faibles, et de concentrations de particules en suspension dans les eaux de surface beaucoup plus élevées sur le côté est du delta que du côté ouest. En effet, la concentration moyenne de tous les échantillons prélevés à l'ouest de l'île Herschel était de 0,36 mg/l, comparativement à 0,63 mg/l à l'est de la baie Mackenzie (exception faite de trois localités où les concentrations atteignent des taux extrêmement élevés, allant de 1,25 à 17,5 mg/l).

L'examen des profils établit que la couche superficielle de la colonne d'eau, faiblement saline, présente généralement la plus forte concentration de particules en suspension. Viennent ensuite les couches très proches du fond, dont les valeurs dépassent parfois les concentrations mesurées en surface, comme on a pu également l'observer sur d'autres plateaux continentaux. Dans 25 des 43 localités où des échantillons ont été prélevés juste au-dessus du fond de la mer, la turbidité est maximale à proximité du fond. L'existence de ces fortes concentrations à la base de la colonne d'eau est attribuée à une remise en suspension des sédiments par des vagues de tempête, des courants et, peut-être même, des ondes internes.

## Répartition granulométrique des particules

La plupart des particules en suspension dans les eaux de surface des deux stations à l'étude se situent dans la fourchette granulométrique s'étendant de 12 à 40 microns. Aux profondeurs d'eau moyennes (30 m), une répartition plus uniforme des particules dont la granulométrie varie de 4 à 40 microns a été observée. Dans les échantillons prélevés à la base de la colonne d'eau, les particules inférieures à 12 microns dominent; pour les particules plus grosses, les concentrations diminuent rapidement en fonction de l'augmentation de la taille. Donc, il semblerait que les courants proches des fonds marins à l'origine des maxima de turbidité observés à ces endroits étaient susceptibles de pouvoir remettre en suspension des particules inférieures à 12 microns.

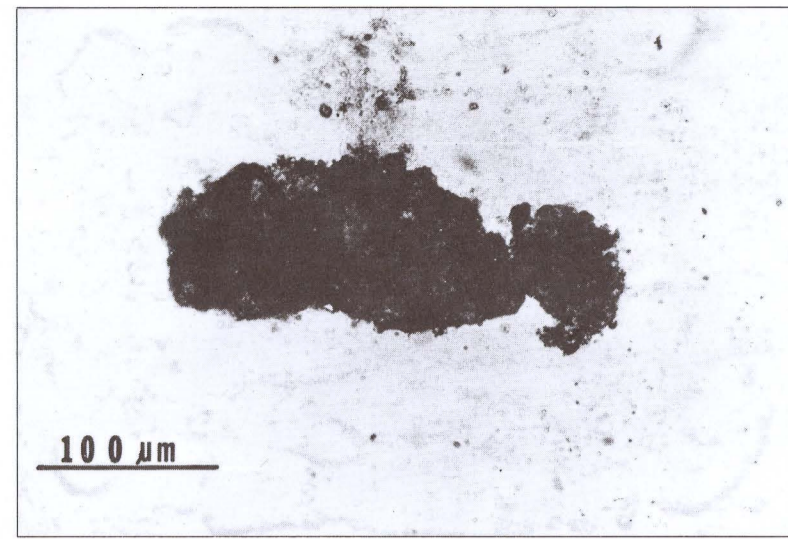
## Composition des particules en suspension

Les particules en suspension les plus fréquemment observées se présentent ainsi: 1) particules minérales fines (généralement inférieures à 10 microns); 2) agrégats organiques contenant des grains minéraux (fréquemment de 100 à 400 microns); 3) agrégats de particules minérales, à forte densité et de couleur rouge brun (habituellement de 40 à 100 microns, mais pouvant parfois atteindre 300 microns); et, 4) plancton, constitué principalement de diatomées et de silicoflagellés (Fig. a-h). On a aussi rencontré, à l'occasion, des grains de pollen et du quartz taché de fer (jusqu'à 60 microns).

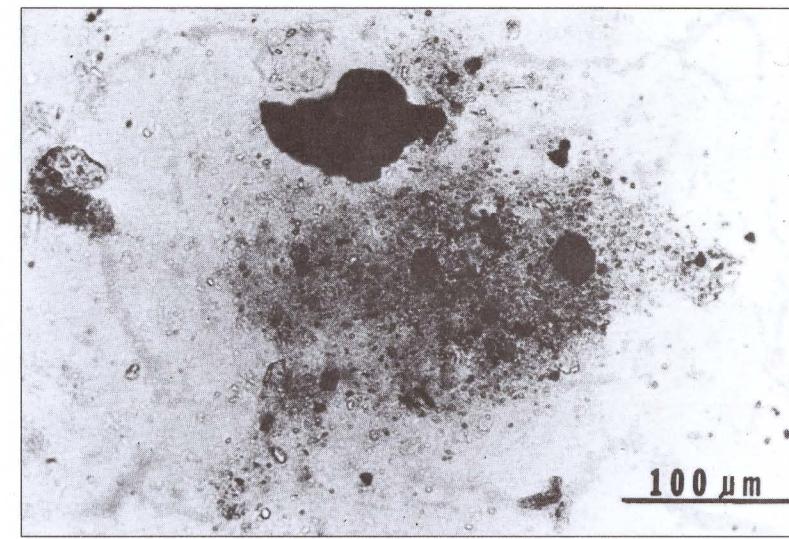
Les grains minéraux fins observés dans les échantillons prélevés en surface proviennent essentiellement de sources fluviale et littorale (érosion). Les agrégats organiques diffèrent, par la forme et la composition, de ceux que l'on rencontre ailleurs et que l'on assimile généralement à des boulettes fécales produites par le zooplancton marin. La plupart des agrégats organiques trouvés dans le sud de la mer de Beaufort sont probablement dérivés du fleuve Mackenzie. On suppose également que les grains rouge brun, presque opaques, sont des agrégats d'oxyde et d'hydroxyde de fer colloïdaux et des associations complexes de fer et de matière organique qui ont pris forme dans le lit et à l'embouchure du fleuve.

En règle générale, la composition des minéraux argileux en suspension s'accorde avec la composition moyenne de la charge sédimentaire du fleuve Mackenzie et avec les valeurs mesurées dans les échantillons prélevés sur le plateau continental. On observe cependant de nettes différences régionales dans la minéralogie des sédiments en suspension. Au débouché de la baie Mackenzie, la traînée de sédiments se caractérise par un assemblage de minéraux argileux qui renferme un peu de kaolinite et de montmorillonite. À la sortie de la baie Kugmallit, en revanche, elle contient de la chlorite en quantités appréciables, mais nulle trace de montmorillonite ni de kaolinite. Par ailleurs, l'illite abonde dans tous les échantillons.

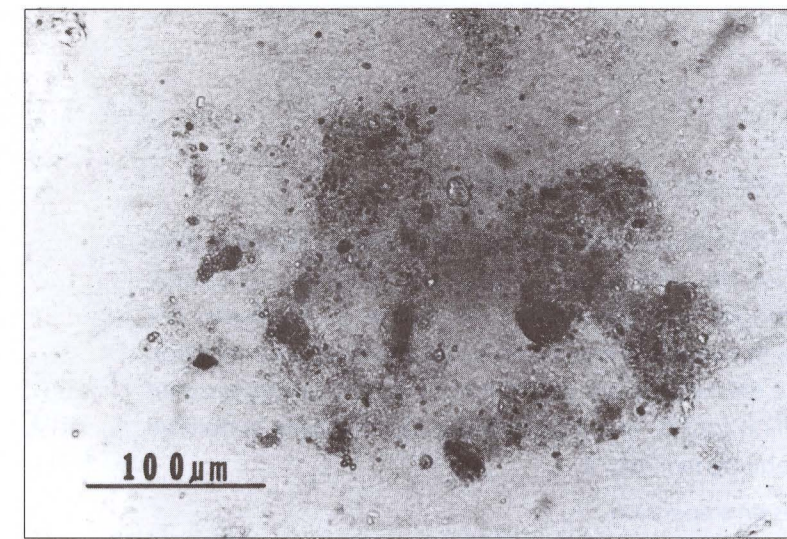
Brian D. Bornhold, Eiji Matsumoto et C.S. Wong



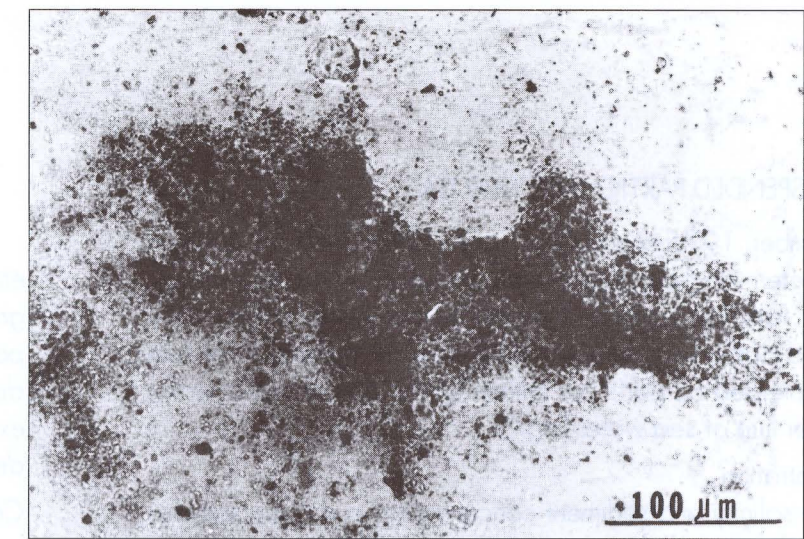
(a) red-brown aggregate of particulate iron  
 (a) agrégat rouge-brun de particules de fer



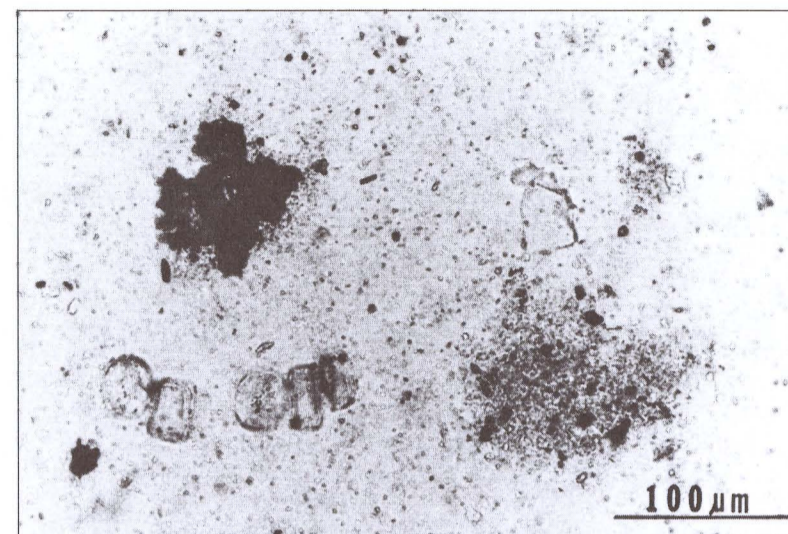
(b) organic aggregate of mainly inorganic grains; large opaque grains are aggregates of particulate iron  
 (b) agrégat organique de grains principalement inorganiques; les gros grains opaques sont des agrégats de particules de fer



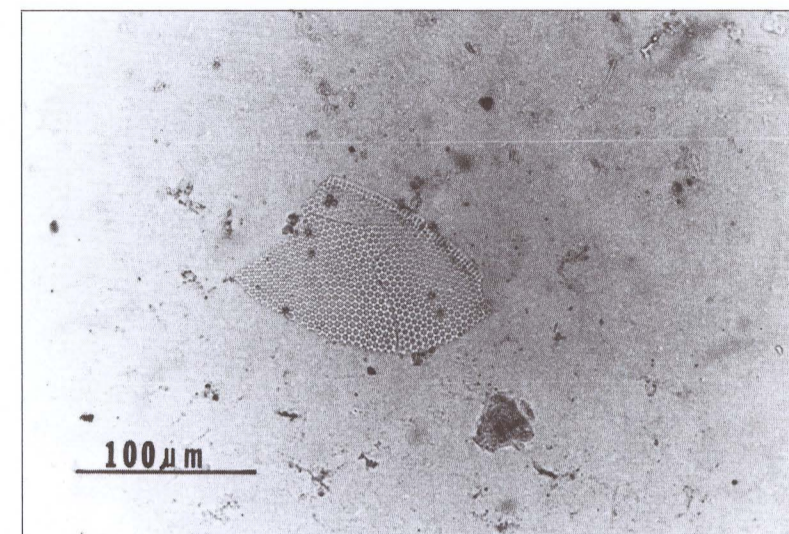
(c) organic aggregates consisting mainly of inorganic particles  
 (c) agrégats organiques composés surtout de particules inorganiques



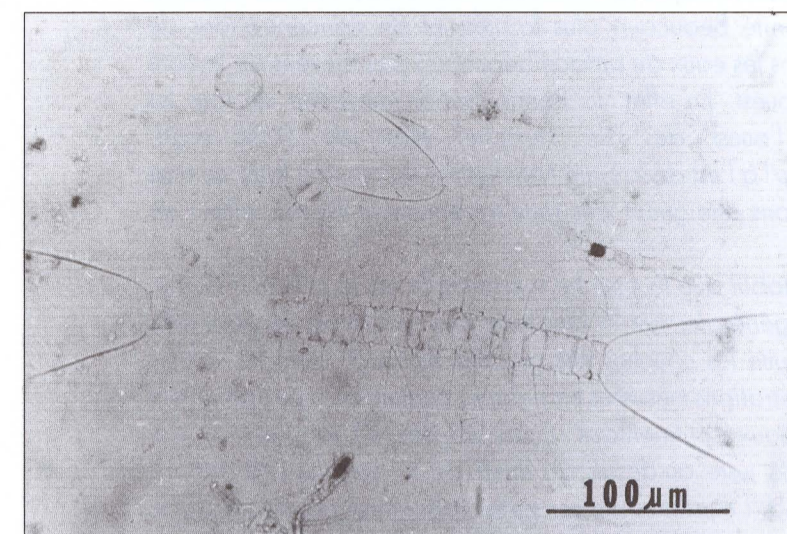
(d) organic aggregates consisting mainly of inorganic particles  
 (d) agrégats organiques composés surtout de particules inorganiques



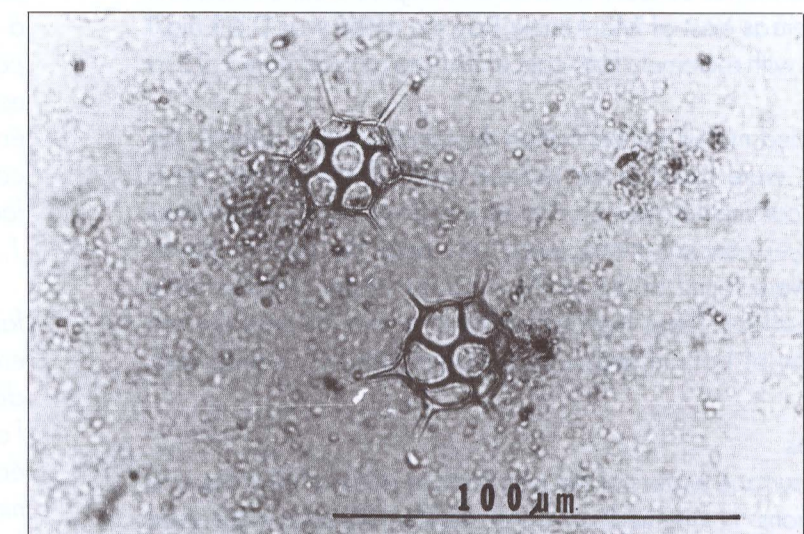
(e) a "chain" of diatoms, a small organic aggregate, and a dark, red-brown aggregate of particulate iron in the form of a cross around a circular nucleus  
 (e) une "chaîne" de diatomées, un petit agrégat organique et un agrégat foncé, de couleur rouge-brun, de particules de fer, en forme de croix entourant un noyau circulaire



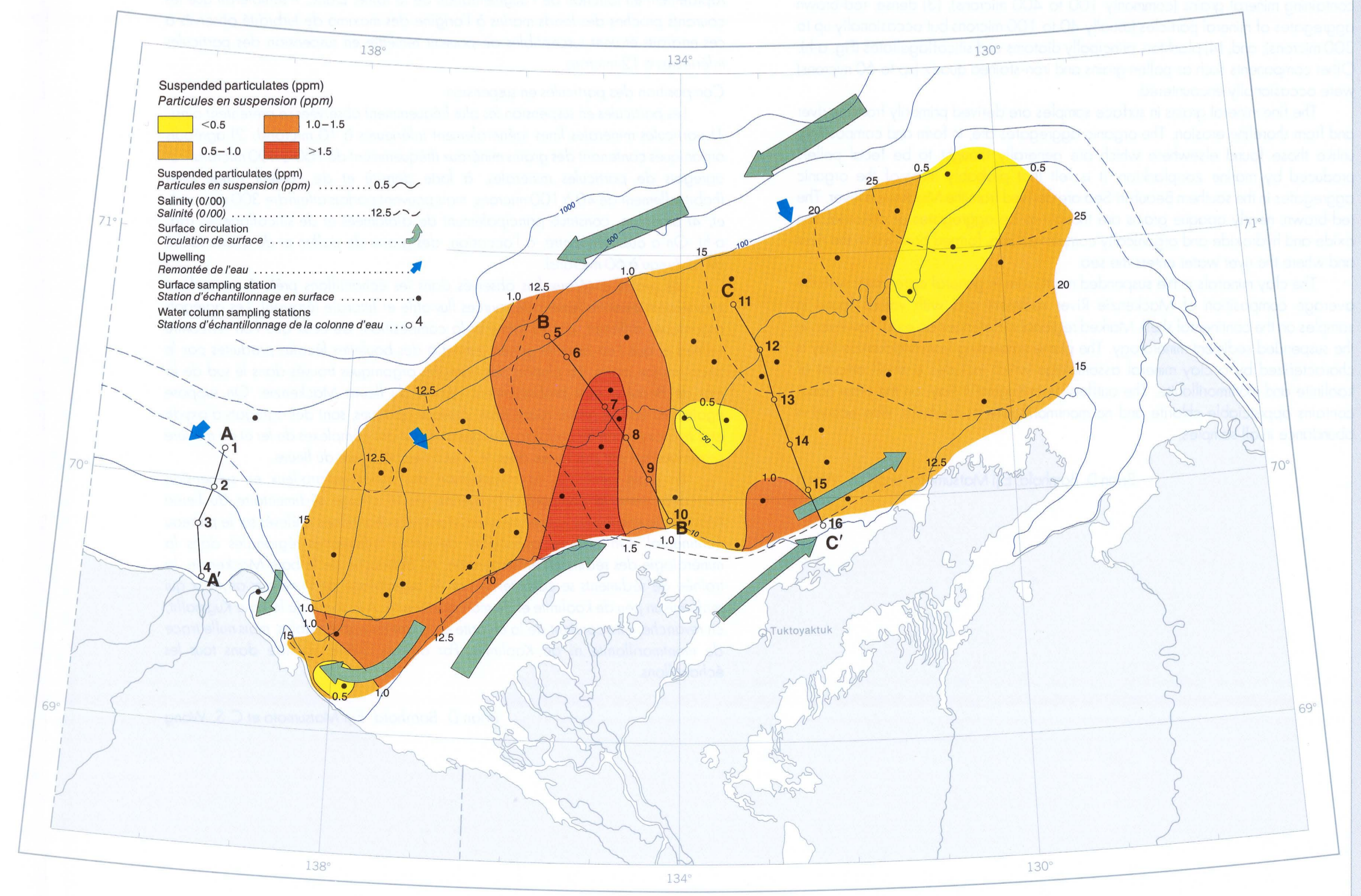
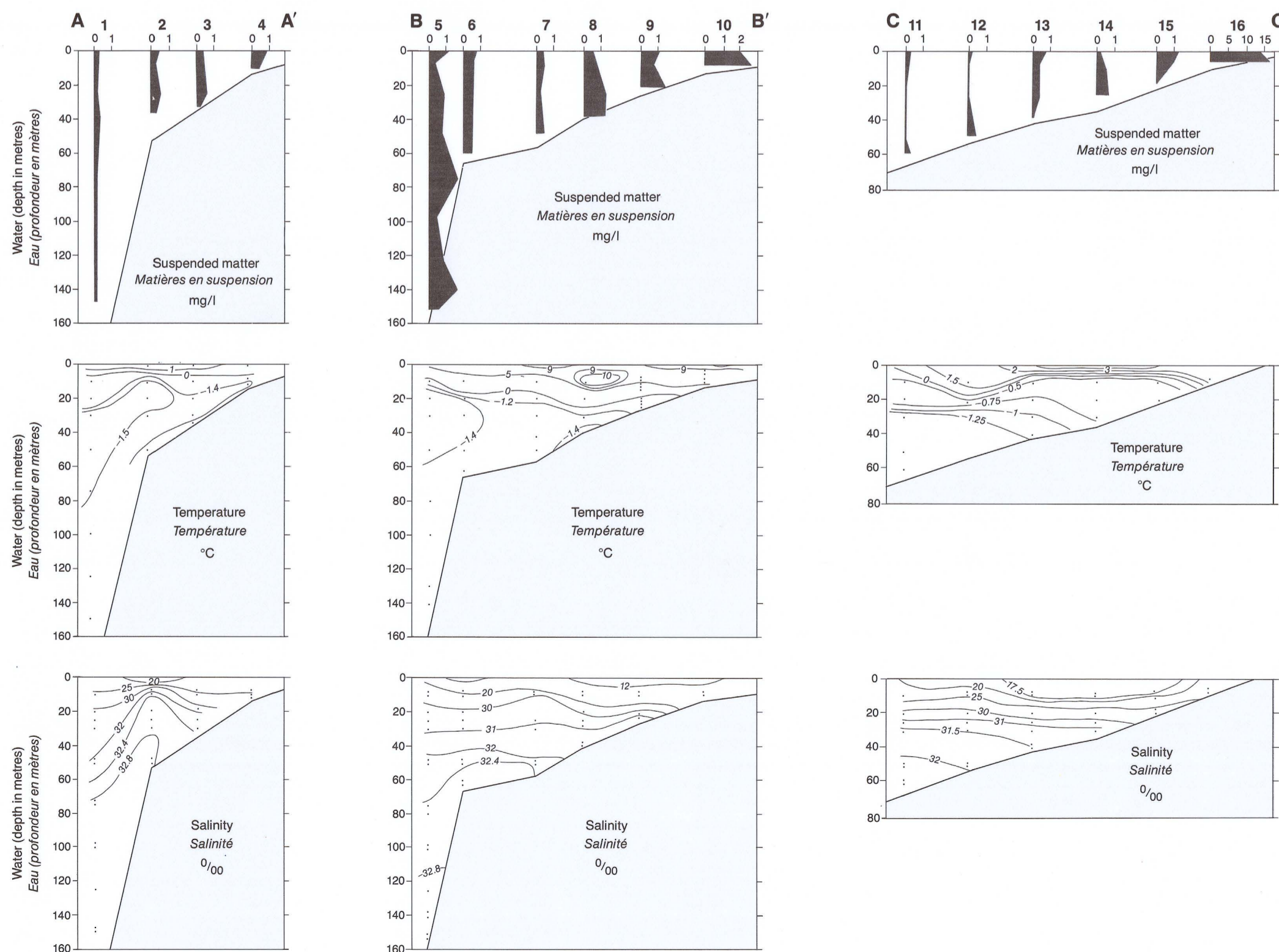
(f) a fragment of a large marine diatom (*Coscinodiscus* sp.)  
 (f) un fragment de larges diatomées marines (*Coscinodiscus* sp.)



(g) marine diatoms (*Chaetoceros* sp.)  
 (g) diatomées marines (*Chaetoceros* sp.)



(h) silicoflagellés  
 (h) silicoflagellés



## COASTAL LANDFORMS, SEDIMENTS, AND PROCESSES

Five major coastal types of landforms are recognized along the shores of the Canadian Beaufort Sea: (1) cliffs in rock; (2) cliffs in unconsolidated materials; (3) breached-lake features; (4) deltas and fan deltas and; (5) coastal barriers (barrier islands, beaches, and spits) with associated lagoon or estuarine systems. The environment is microtidal, and coastal processes involving sediment transport are dominated by seasonal and storm-scale variance, with variable limitation of fetch due to extent of open water and sea ice.

Cliffs formed in pre-Quaternary rock occur only east of Baillie Islands. Elsewhere, cliffs are developed in ice-bonded but unconsolidated muds, sands, gravels, tills, and peats. Massive ground ice outcrops in many such coastal exposures, where thaw processes exert a major erosional control. Sediment delivery from cliff sources occurs by retrogressive thaw and associated mudflow transport, by gullying and slopewash, and by collapse of undercut ice-wedge polygon blocks. Cliffs fronted by a narrow beach constitute more than half of the coast west of the Mackenzie Delta, much of the shoreline on islands north of the Delta, and most of the coasts of Eskimo Lakes and Liverpool Bay.

A distinctive and morphologically complex shore type occurs on the north coasts of Richards Island and the Tuktoyaktuk Peninsula, where the Holocene marine transgression has resulted in breaching of numerous thermokarst lake basins.

Accumulations of river sediment at the coast vary considerably in size and morphology: fan deltas occur west of Herschel Island; deltas with low supratidal floodplains subject to storm-surge flooding occur elsewhere. The Mackenzie is by far the largest delta on the Beaufort Sea coast, with an area of about 13 000 km<sup>2</sup>, of which some 30% may be flooded during storms. A low erosional scarp forms the outer edge of much of the subaerial delta plain; intertidal flats are very limited in extent.

Extensive barrier and lagoon systems constitute a fifth coastal type forming 27% of the Yukon coast, with comparable development on the eastern shore of Liverpool Bay. Barrier spits comprising coarse sediments extend eastward from all four major islands north of the Mackenzie Delta, and extensive barrier deposits occur along the north coast of the Tuktoyaktuk Peninsula. The barriers are generally low and subject to widespread overwash during storms. They are fed in part by longshore transport from sediment sources in coastal cliffs. Some 14 littoral drift compartments and associated coastal sediment sinks have been recognized and are plotted on the map.

D.L. Forbes and C.P. Lewis

## RELIEFS, SÉDIMENTS ET PROCESSUS CÔTIERS

On distingue cinq grands types de reliefs côtiers en bordure de la mer de Beaufort: 1) falaises taillées dans du roc; 2) falaises formées dans des matériaux non consolidés; 3) reliefs associés à des lacs ébréchés; 4) deltas et cônes de déjection; et 5) barrières littorales (îles barrières, plages et flèches littorales), auxquels viennent s'ajouter lagunes et estuaires. Dans un milieu microtidal, le transport des sédiments côtiers est dominé par des variations saisonnières et par l'action des ondes de tempête, la course des vagues étant fonction de l'étendue de l'eau libre et de la glace.

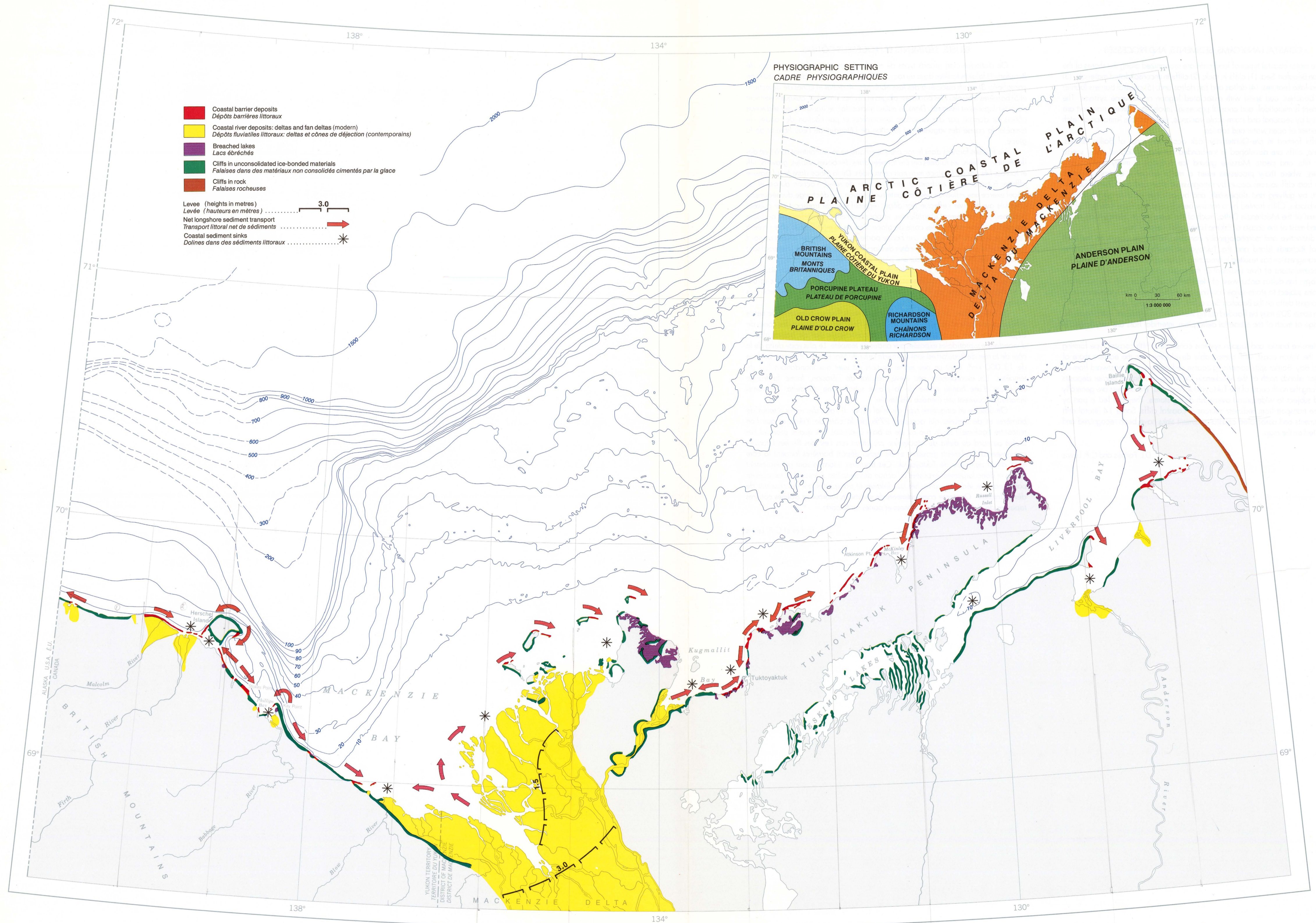
Les falaises formées dans le roc préquaternaire ne se rencontrent qu'à l'est des îles Baillie. Ailleurs, les falaises ont été formées dans des boues, sables, graviers, tills et tourbes liés par de la glace mais non consolidés. De la glace dans le sol massive affleure à beaucoup d'endroits et, dans ce type de relief, l'action du gel et du dégel exerce une influence déterminante sur l'érosion. La décharge des sédiments arrachés aux falaises s'effectue par dégel régressif suivi de transport par coulées boueuses, par ravinement et solifluxion, et par sapement et effondrement de blocs polygonaux délimités par des coins de glace. Plus de la moitié de la côte située à l'ouest du delta du Mackenzie, une bonne partie du rivage des îles situées au nord du delta et la majeure partie des côtes des lacs Eskimo et de la baie Liverpool sont constituées de falaises donnant sur une plage étroite.

Sur la côte nord de l'île Richards et de la péninsule de Tuktoyaktuk, on observe un type de côte particulier et morphologiquement complexe; à cet endroit, la transgression marine de l'Holocène a causé l'ébrèchement de nombreux lacs thermokarstiques.

En milieu côtier, les accumulations de sédiments fluviaux présentent de nettes différences de taille et de relief. À l'ouest de l'île Herschel, on observe des cônes de déjection; ailleurs, se présentent des deltas caractérisés par de basses plaines d'inondation supratidales exposées aux ondes de tempête. Le plus vaste delta de la côte de la mer de Beaufort est sans contredit celui du Mackenzie; il a une superficie de 13 000 km<sup>2</sup>, dont un peu moins du tiers est sujet aux inondations lors de tempêtes. Un escarpement peu élevé, résultat de l'érosion, forme la frange extérieure d'une bonne partie de la plaine subaérienne du delta. Les zones intratidales couvrent une étendue très limitée.

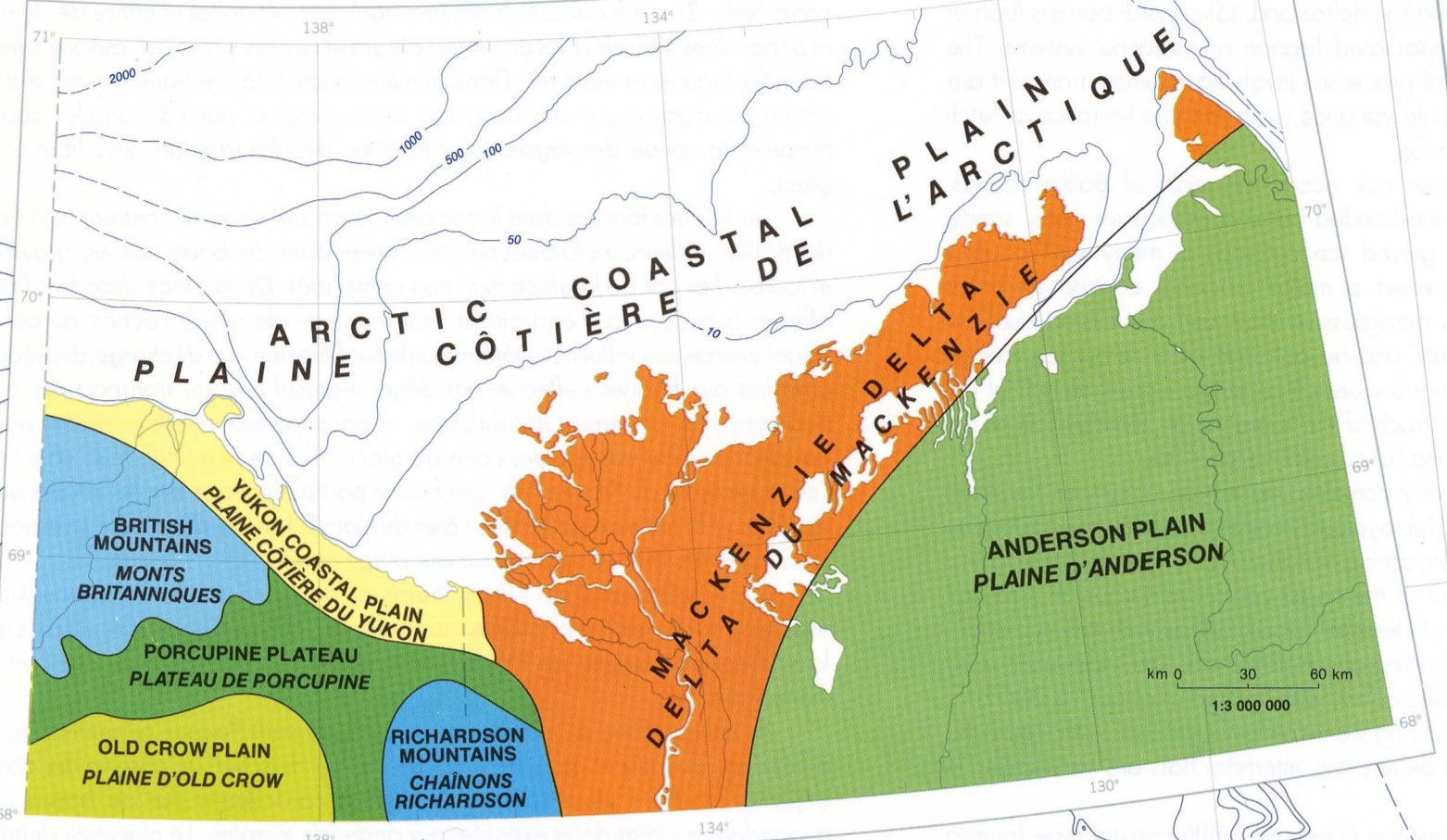
On observe un cinquième type de relief côtier. Il s'agit des vastes réseaux de barrières et de lagunes qui occupent 27% de la côte de Yukon et que l'on rencontre également sur la rive est de la baie Liverpool. Les quatre grandes îles situées au nord du delta du Mackenzie projettent vers l'est des flèches littorales composées de sédiments grossiers, et de vastes dépôts barrières longent la côte nord de la péninsule de Tuktoyaktuk. Ces barrières littorales sont généralement basses et donc largement exposées à l'action des tempêtes. Elles sont alimentées en partie par des sédiments arrachés aux falaises et transportés par les courants de dérive littorale. Quatorze compartiments de sédiments littoraux et dolines côtières tapissées de sédiments ont été reconnus et portés sur la carte.

D.L. Forbes et C.P. Lewis



- Coastal barrier deposits  
Dépôts barrières littoraux
  - Coastal river deposits: deltas and fan deltas (modern)  
Dépôts fluviaux littoraux: deltas et cônes de déjection (contemporains)
  - Breached lakes  
Lacs ébréchés
  - Cliffs in unconsolidated ice-bonded materials  
Falaises dans des matériaux non consolidés cimentés par la glace
  - Cliffs in rock  
Falaises rocheuses
- Levee (heights in metres)  
Levée (hauteurs en mètres) ..... 3.0
- Net longshore sediment transport  
Transport littoral net de sédiments ..... →
- Coastal sediment sinks  
Dolines dans des sédiments littoraux ..... \*

PHYSIOGRAPHIC SETTING  
CADRE PHYSIOGRAPHIQUES



Lambert Conformal Conic Projection,  
Standard Parallels 68° 40' N and 71° 20' N  
Projection conique conforme de Lambert,  
parallèles standards 68° 40' N et 71° 20' N

REPRESENTATIVE COASTAL FEATURES, YUKON COAST

Several features and sediments of the Yukon coast are illustrated. These include spits, pressure ridges, flooding and overwash caused by storms, cliffs, ground ice, slope failure, thaw-flow phenomenon, and mud-flows.

D.L. Forbes and C.P. Lewis

RELIEFS CÔTIERS REPRÉSENTATIFS, CÔTE DU YUKON

*La carte illustre plusieurs formes de relief et sédiments de la côte du Yukon. On y trouve notamment des flèches littorales, des crêtes de pression, des inondations et débordements causés par des tempêtes, des falaises, de la glace dans le sol, des ruptures de pente, des reliefs associés à un processus de dégel suivi de coulées, et des coulées boueuses.*

D.L. Forbes et C.P. Lewis



Aerial view looking west toward proximal end of Shingle Point Spit (21 June 1974). Note complex depositional sequence with episodic progradation, prominent driftwood deposit, and foreshore pressure ridge at upper right. (GSC 202717N)

*Vue aérienne, vers l'ouest, de l'extrémité proximale de la flèche de la pointe Shingle (21 juin 1974). À noter, la séquence de sédimentation caractérisée par une progression épisodique de la côte vers la mer, un dépôt proéminent de bois flottants et une crête de pression d'avant-plage dans le coin supérieur droit. (CGC 202717N)*



Aerial view of Kay Point Spit, looking southeast (downdrift) from Kay Point (26 June 1974). (GSC 202717H)

*Vue aérienne de la flèche de la pointe Kay. Photo prise à la pointe Kay (26 juin 1974) en direction du sud-est. (CGC 202717H)*



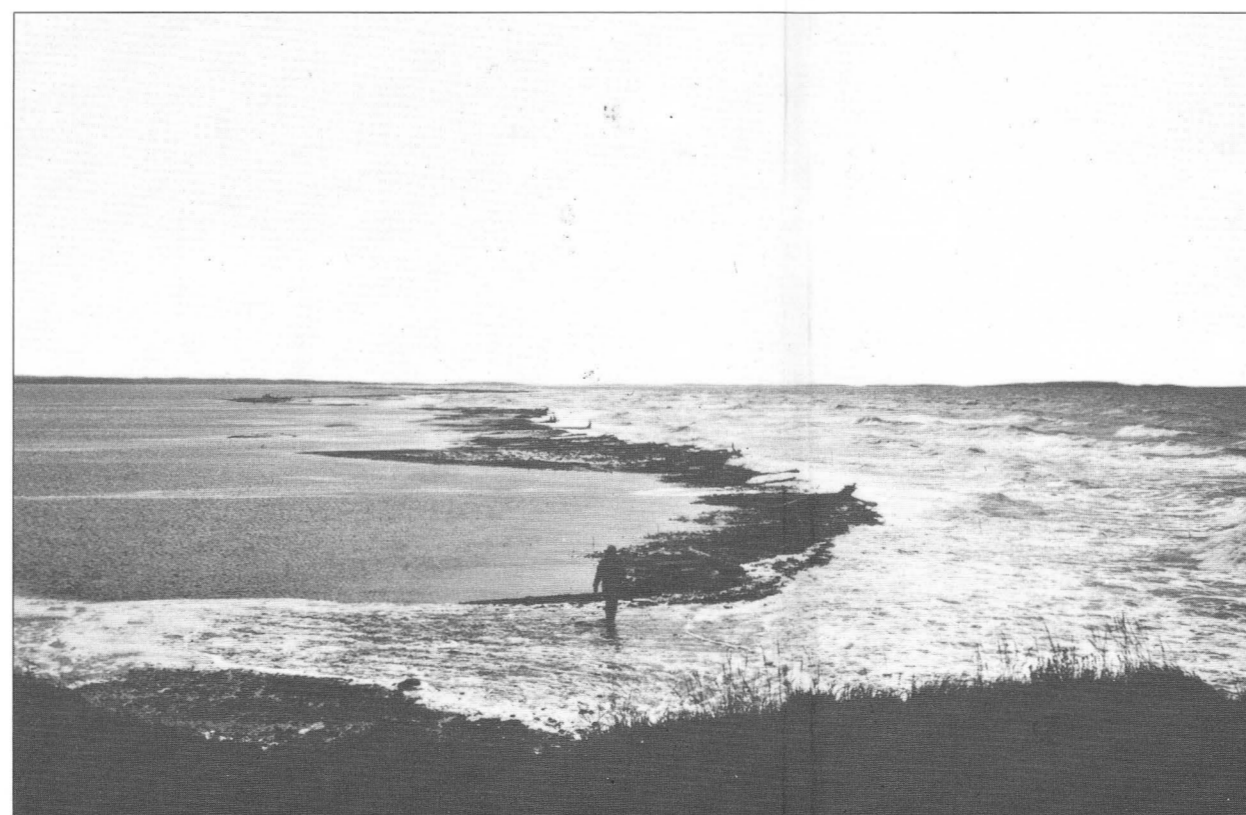
Closer view of foreshore pressure ridge, Shingle Point Spit. (GSC 202925S)

*Vue rapprochée de la crête de pression d'avant-plage, flèche de la pointe Shingle. (CGC 202925S)*



View east over Babbage Estuary during breakup (8 June 1972). Note floating channel ice and flooding of supratidal delta plain. (GSC 202717J)

*Vue aérienne de l'estuaire de la Babbage, prise au cours de la débâcle (8 juin 1972) en direction de l'est. À noter, la glace flottante dans le chenal et l'inondation de la plaine deltaïque supratidale. (CGC 202717J)*



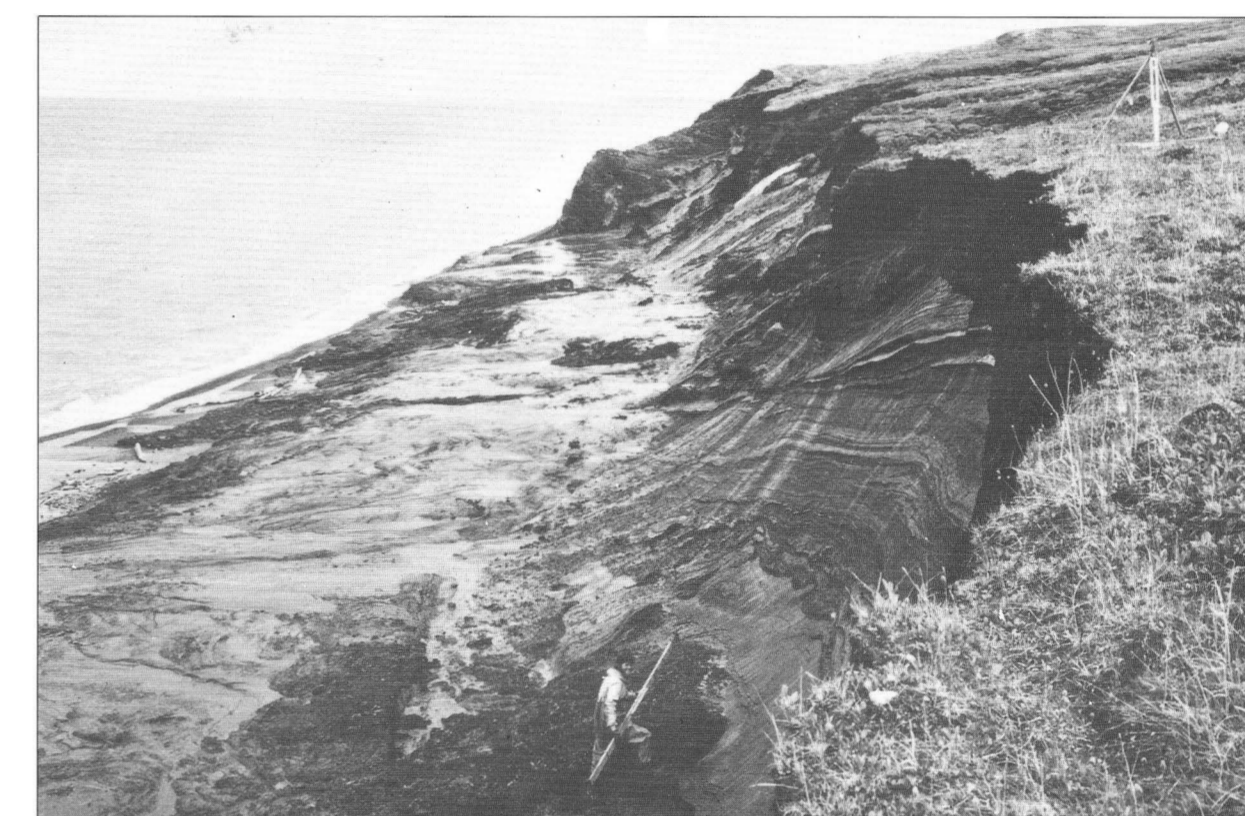
Ground view from Kay Point, showing extensive washover at proximal end of Kay Point barrier during storm surge of 9-10 August 1975. (GSC 202958O)

*Photographie prise au sol à la pointe Kay, montrant l'extrémité proximale de la barrière de cette dernière où un delta de grande ampleur a été construit au cours de la tempête des 9 et 10 août 1975. (CGC 202958O)*



Undercut cliff in ice-bonded sediments with wedge-ice and massive-ice bodies, Kay Point (August 1975). This cliff fails by collapse of undercut polygonal blocks defined by the ice wedges. (GSC 202959N)

*Falaise sapée dans des sédiments liés par de la glace et renfermant des coins de glace et de la glace massive, à la pointe Kay (août 1975). La rupture s'effectue par sapement et effondrement de blocs polygonaux délimités par les coins de glace. (CGC 202959N)*



Massive ground ice exposed in headwall of retrogressive-thaw flow failure near Kay Point. Note mudflow transport of sediment downslope to the beach face. (GSC 202959Y)

*Glace dans le sol massive exposée dans la paroi raide d'une rupture causée par un dégel régressif suivi de coulées boueuses, près de la pointe Kay. À noter, les sédiments qui glissent, sous forme de coulées boueuses, le long de la pente, jusqu'au front de la plage. (CGC 202959Y)*



Aerial view of large retrogressive-thaw flow feature near Spring River, showing mudflow transport across the beach (8 August 1974). (GSC 202717G)

*Vue aérienne d'une forme de relief associée au processus de dégel régressif suivi de coulées boueuses, près de la rivière Spring (8 août 1974). On voit la coulée boueuse descendre la plage. (CGC 202717G)*



REPRESENTATIVE COASTAL FEATURES, MACKENZIE COAST AND  
TUKTOYAKTUK PENINSULA

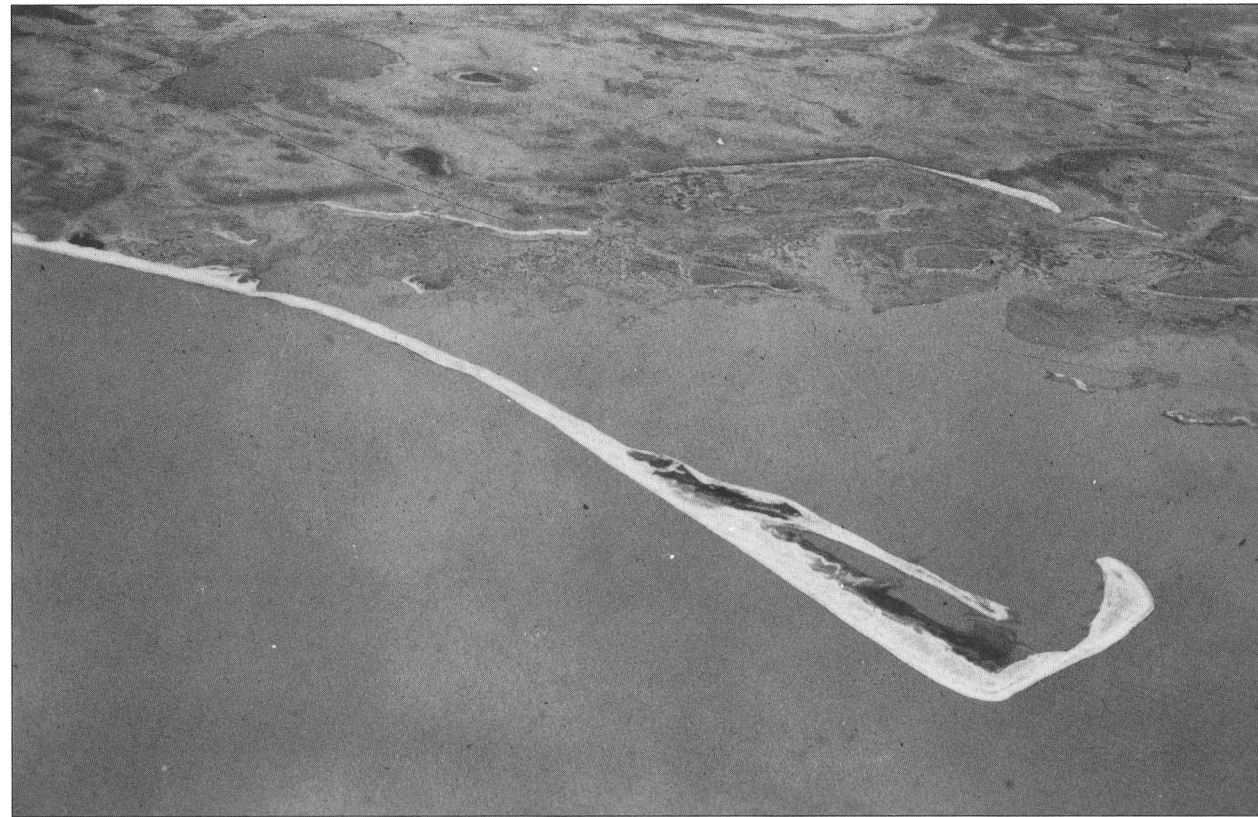
Several features and sediments occurring along the coasts of Mackenzie Delta and Tuktoyaktuk Peninsula are illustrated. These features include, spits, bars, tidal flats, breached lakes, cliffs, thaw-flow failure, vegetation, and sediments.

D.L. Forbes and C.P. Lewis

RELIEFS CÔTIERS REPRÉSENTATIFS, CÔTE DU DELTA DU MACKENZIE ET  
PÉNINSULE DE TUKTOYAKTUK

La carte illustre plusieurs formes de relief et sédiments que l'on peut observer le long des côtes du delta du Mackenzie et de la péninsule de Tuktoyaktuk. On y observe notamment des flèches et barres littorales, des zones intertidales, des lacs ébréchés, des falaises, des ruptures associées à un processus de dégel suivi de coulées boueuses, de la végétation et des sédiments.

D.L. Forbes et C.P. Lewis



Aerial view of Topkak Spit north of Tuktoyaktuk. (GSC 202925X)  
 Vue aérienne de la flèche Topkak, au nord de Tuktoyaktuk. (CGC 202925X)



Ground view of proximal end of Atkinson Spit, Tuktoyaktuk Peninsula. The maximum elevation of this sandy barrier deposit is less than 1 m. (GSC 202925Y)  
 Vue au sol de l'extrémité proximale de la flèche Atkinson, péninsule de Tuktoyaktuk. La hauteur maximale de ce dépôt barrière sablonneux est inférieure à 1 m. (CGC 202925Y)



Tidal flats and breached lakes, Tuktoyaktuk Peninsula east of McKinley Bay. (GSC 202925W)  
 Estrons et lacs ébréchés, péninsule de Tuktoyaktuk, à l'est de la baie McKinley. (CGC 202925W)



Cliff developed in sand near Kittigazuit, mouth of East Channel, Mackenzie River. (GSC 202773O)  
 Falaise formée dans du sable, près de Kittigazuit, à l'embouchure du chenal de l'Est, fleuve Mackenzie. (CGC 202773O)



Low cliff in sandy gravel at Tuktoyaktuk. (GSC 202925T)  
 Falaise de faible hauteur, formée dans du gravier sablonneux, à Tuktoyaktuk. (CGC 202925T)



Multicyclic retrogressive-thaw flow failure in sediment containing massive ground ice, near Tuktoyaktuk. (GSC 202773N)  
 Rupture de pente associée à un processus multicyclique de dégel régressif suivi de coulées boueuses, dans des sédiments contenant de la glace dans le sol massive, près de Tuktoyaktuk. (CGC 202773N)



Aerial view of distal Mackenzie Delta plain, showing distributary channels, vegetated supratidal flats, and numerous lake basins. (GSC 202925U)  
 Vue aérienne de la plaine distale du delta du Mackenzie, montrant des effluents, des zones supratidales couvertes de végétation et de nombreux bassins lacustres. (CGC 202925U)



Organic-rich sediments forming low scarp at distal shore of Mackenzie Delta. (GSC 202925V)  
 Sédiments riches en matières organiques formant un escarpement peu élevé sur la côte distale du delta du Mackenzie. (CGC 202925V)

## DISTRIBUTION AND DISPERSAL OF BOTTOM SEDIMENT TYPES

## Distribution

Most samples from the Beaufort seabed comprise a mixture of sediment types. For example, they may be called sandy silt (2), silty clay (9), or clayey sand (3) as shown in the ternary diagram and indicated by the same numeral on the map.

Fine grained sediments occupy most of the seabed, particularly in the central part of the southern Beaufort Sea and seaward from the 10-metre isobath. This is the area of clay deposition and indicates relatively low hydrodynamic vigour. Silt is found chiefly in the Mackenzie Delta and directly offshore in Mackenzie Bay, as well as along the coastal zone to the east. Sand is common along the shore, bars, and spits of shore points and offshore islands, due to increased sorting action by waves and currents which remove the finer sediments in a down-current direction. Considerable sand occurs on the eastern portion of the shelf where some erosion by bottom currents exposes older beach deposits and inhibits the deposition of finer sediments. Gravels are also common in this area for the same reason, but are found in considerably more quantities along bars, beaches, and at the base of sea cliffs undergoing erosion.

The offshore sand and gravel deposits west of Herschel Island are due mainly to ice-rafting. Here sediments are deposited from ice that has melted in the Spring when its movement has been impeded by earlier freeze-up, and impingement against western Herschel Island. Isolated occurrences of sand and gravel on the outer shelf to the east may also be due to ice-rafting.

## Dispersal

Most of the sediment is deposited from Mackenzie River, as well as Babbage, Firth, and Malcolm rivers to the west. A sediment plume (see inset) originates from Mackenzie Delta and extends northerly about 55 to 70 km. Under the influence of the Coriolis force, this plume moves easterly, and sediments derived from coastal erosion on the seaward fringes of the Delta and Tuktoyaktuk Peninsula may be entrained in this system. West of Mackenzie Delta, sediment movement is complicated nearshore due to the variability of coastal currents in the area.

B.R. Pelletier

## RÉPARTITION ET DISPERSION DES GENRES DE SÉDIMENTS DE FOND

## Répartition

La plupart des échantillons prélevés au fond de la mer de Beaufort sont des mélanges de types de sédiment. Selon leur composition, on les appellera limon sablonneux, argile limoneuse ou sable argileux, trois assemblages qui sont représentés dans le diagramme triangulaire et désignés respectivement par les chiffres 2, 9 et 3 sur la carte.

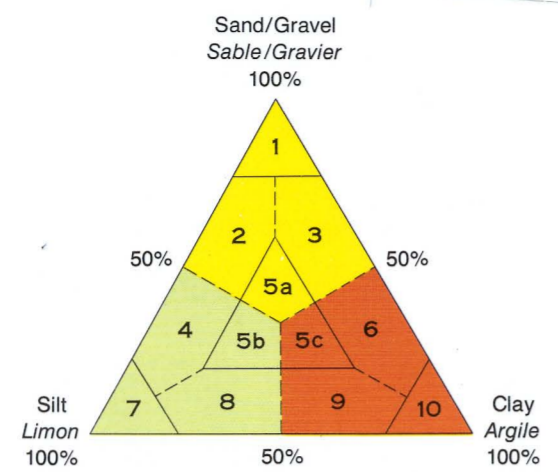
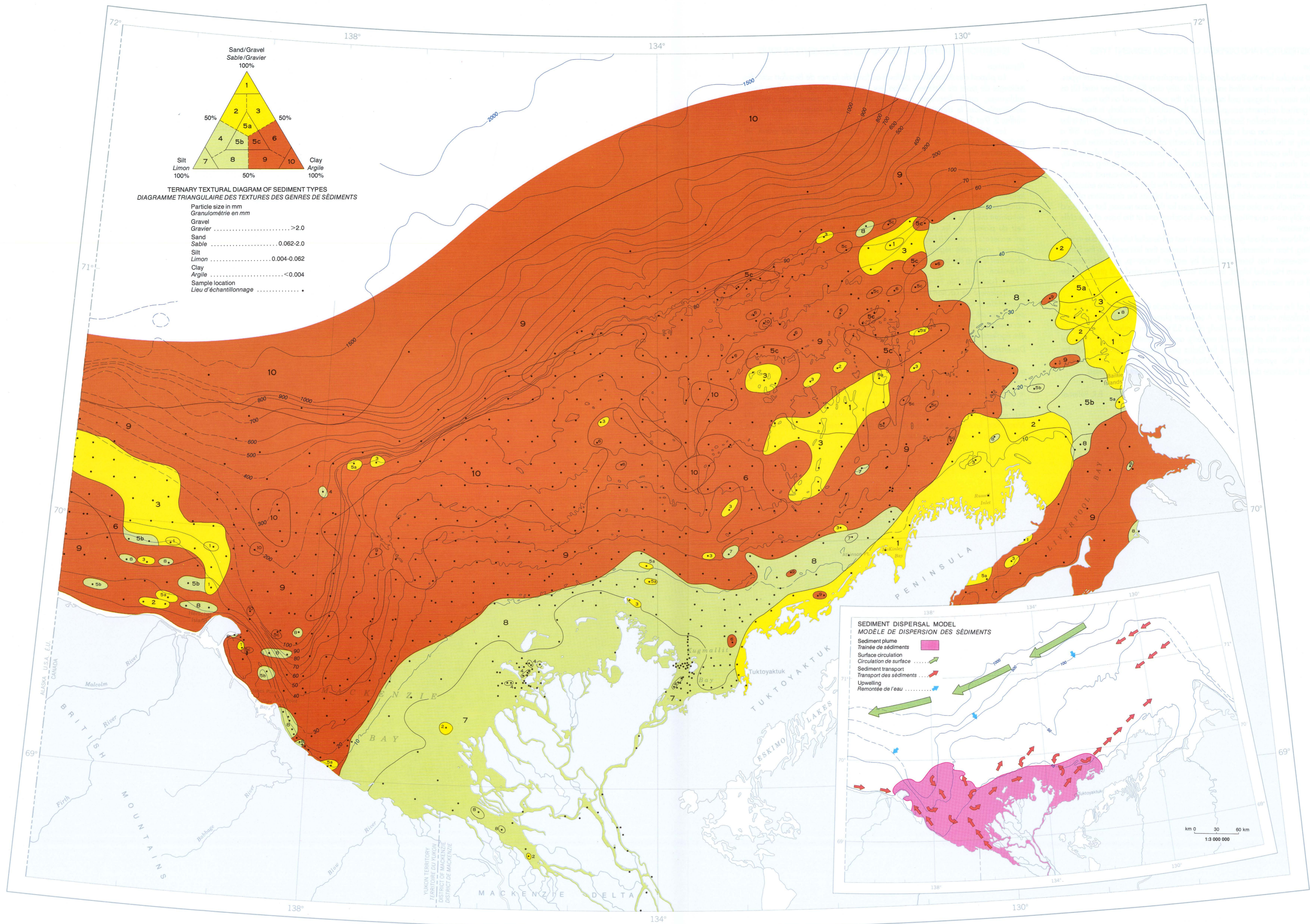
Les sédiments à grains fins occupent la majeure partie du fond marin, en particulier le centre-sud de la mer de Beaufort et la région qui s'étend de l'isobathe de 10 mètres vers le large. Il s'agit de la zone dans laquelle se dépose l'argile, et la nature des sédiments témoigne d'un hydrodynamisme peu énergique. Le limon se rencontre surtout dans le delta du Mackenzie et, droit devant, dans la baie Mackenzie, ainsi que le long de la zone côtière à l'est. Le sable est fort répandu le long de la côte, des barres et des flèches émanant de la côte et des îles océaniques, parce que les vagues et les courants accentuent le classement des sédiments en entraînant avec eux les sédiments les plus fins. Les dépôts de sable abondent dans l'est du plateau, où les courants de fond mettent à nu des dépôts de plages anciennes et s'opposent à l'accumulation de sédiments fins. Le gravier est également fréquent dans cette région, pour la même raison, mais il est beaucoup plus abondant le long des barres et des plages et à la base des falaises marines soumises à l'érosion.

À l'ouest de l'île Herschel, l'apport du sable et du gravier marins résulte principalement de l'action des glaces. Ici, les sédiments ont été mis en place, au moment de la fonte printannière, par des glaces dont le déplacement était limité par le gel de l'eau antérieure et par la présence, à l'est, de l'île Herschel. Les accumulations isolées de sable et de gravier sur le plateau extérieur, à l'est, ont peut-être également été mises en place par les glaces.

## Dispersion

Les sédiments ont été charriés pour la plupart par le fleuve Mackenzie, ainsi que par les rivières Babbage, Firth et Malcolm, à l'ouest. Une trainée de sédiments (en cartouche) émanant du delta du Mackenzie s'étend sur environ 55 à 70 km vers le nord. Sous l'influence de la force de Coriolis, cette trainée est déviée vers l'est, et ce système peut également entraîner avec lui des sédiments arrachés aux franges extérieurs du delta et de la péninsule de Tuktoyaktuk. À l'ouest du delta du Mackenzie, les sédiments littoraux décrivent des mouvements compliqués, en raison de la variabilité des courants côtiers de la région.

B.R. Pelletier

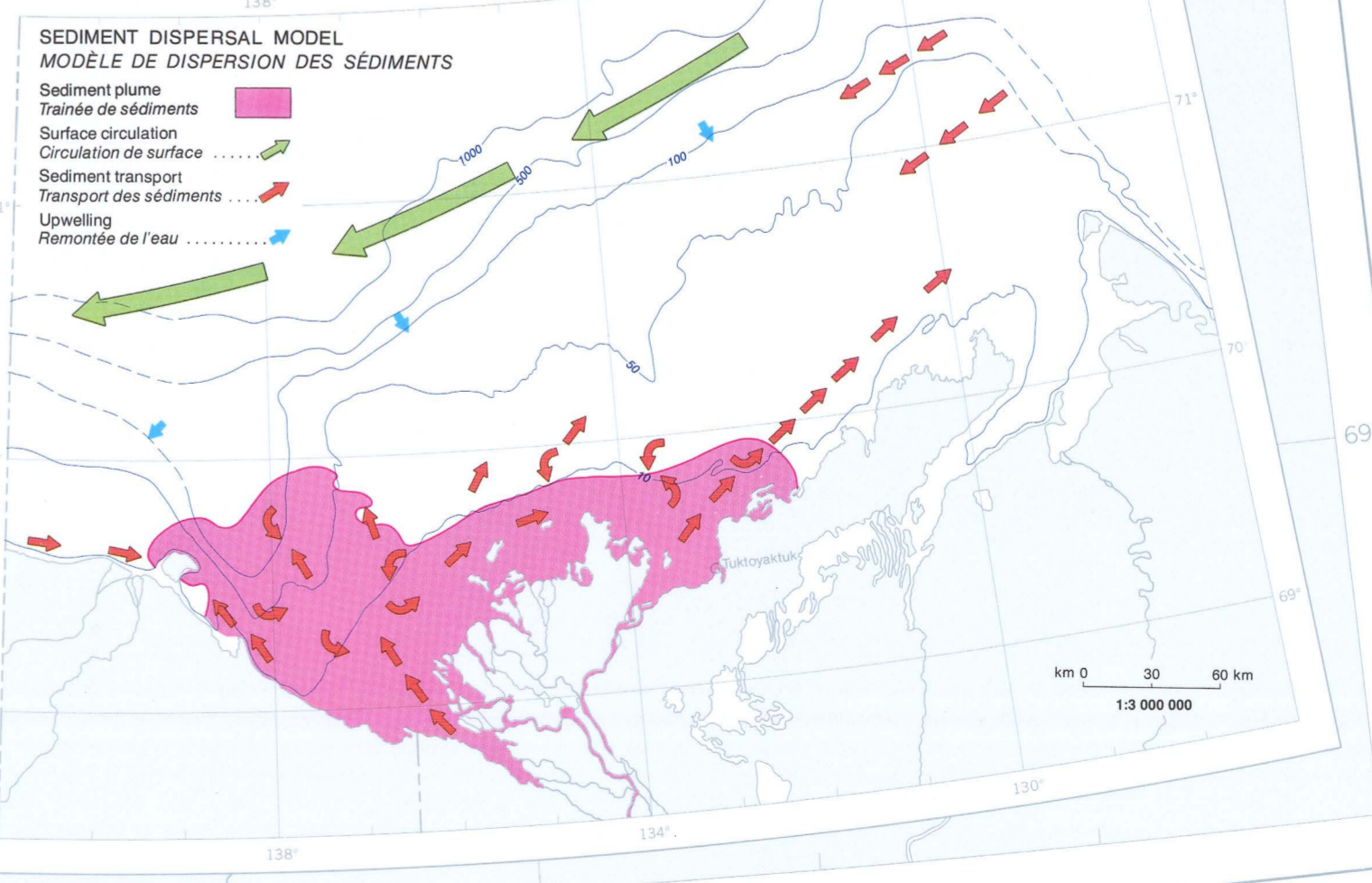


TERNARY TEXTURAL DIAGRAM OF SEDIMENT TYPES  
 DIAGRAMME TRIANGULAIRE DES TEXTURES DES GENRES DE SÉDIMENTS

Particle size in mm  
 Granulométrie en mm

Gravel ..... >2.0  
 Sand ..... 0.062-2.0  
 Silt ..... 0.004-0.062  
 Clay ..... <0.004

Sample location  
 Lieu d'échantillonnage



Latitude Conformal Conic Projection  
 Système de coordonnées géographiques  
 Projection conique conforme de Lambert  
 paramètre standard 69° N et 71° 30' N

## DISTRIBUTION OF GRAVEL, SAND, SILT, AND CLAY

**Gravel (>2.0 mm)** The highest concentrations of gravel occur northwest of Herschel Island. This area is thought to receive a considerable amount of ice-rafted sediments that originated in offshore and coastal areas from earlier relict deposits. Ice commonly resides north and west of Herschel Island until late in the Spring, while the island forms a barrier for ice moving easterly and southeasterly into Mackenzie Bay and the inshore areas to the east. The preponderance of seabed sites between Herschel Island and Baillie Islands containing little or no gravel suggests the absence of ice-rafting in this wide area of the shelf. On the eastern part of the shelf, the gravel present may be relict, particularly as bottom currents are fairly active in this area and submerged beaches and river channels are thought to be present. Isolated occurrences of gravel over the shelf may also be due to this origin, although those near Mackenzie Trough are probably ice-rafted.

**Sand (0.062-2.0 mm)** Sand is more widespread than gravel but is absent almost entirely in Mackenzie Trough and on the adjacent continental shelf to the east. In the area lying off western Herschel Island, the high concentrations are thought to be ice-rafted in origin; however, along the coast and eastern shelf they are erosional. Some of the sand along the coast, particularly near the islands, spits, and bars is in transport. To the east, particularly over the continental shelf it is thought to be relict (possibly beach or river) and has been exposed by the scouring action of bottom currents. In some areas sand may have lain just beneath a veneer of finer sediments, and was recovered when the sampler penetrated both fine and coarse sediment successively. This is thought to be the case in the hydrodynamically quiet areas of Kugmallit and Liverpool bays.

**Silt (0.004-0.062 mm)** The heaviest concentrations of silt are found in Mackenzie Bay and the coastal area to the east. However, a major concentration occurs on the easternmost continental shelf, extending off Liverpool Bay and the eastern end of the Tuktoyaktuk Peninsula. The least concentration is in the middle and outer parts of Mackenzie Trough, and the adjacent shelf areas to the east and west. Satellite imagery reveals that a major sediment plume containing silt is discharged from Mackenzie River and moves easterly from Mackenzie and Kugmallit bays. The seabed north of Herschel Island is uninfluenced by this plume and consequently is somewhat deficient in these sediments.

**Clay (<0.004 mm)** Clay is widespread over the shelf. It appears to have the same general distributional pattern as that of sand and silt, except for the extreme ends of the shelf, but in reciprocal amounts. For example, the least content of clay (<20%) occurs in Mackenzie Bay, the coastal areas, and the eastern portion of the shelf; but these are characteristically areas of high silt content (40-100%), and various sand content (up to 40% in the Delta and up to 98% along the coast). Conversely the highest amounts of clay (80-100%) are found in Mackenzie Trough and the adjacent continental shelf to the east. In these latter areas, the lowest content of silt (40%) and sand (20%) are found. Clay deposition is bypassed in the coastal areas where currents are sufficiently strong to transport fine sediments offshore and deposit them in areas of less vigorous hydrodynamic conditions. In the eastern part of the shelf the textural gradient shows increasing clay content from east to west, suggesting scouring in the east with sediment transport taking place toward the central part of the shelf and Mackenzie Trough.

B.R. Pelletier

## RÉPARTITION DU GRAVIER, DU SABLE, DU LIMON ET DE L'ARGILE

**Gravier (>2 mm)** Les plus fortes concentrations de gravier se rencontrent au nord-ouest de l'île Herschel. Cette région est considérée comme une importante zone de dépôt de sédiments résiduels qui ont été repris par la glace et transportés dans des milieux marins et littoraux. Généralement, la glace persiste au nord et à l'ouest de l'île Herschel jusqu'à la fin du printemps, et l'île forme une barrière qui limite les déplacements de la glace vers l'est et le sud-est dans la baie Mackenzie, et vers l'est dans les zones côtières. Entre l'île Herschel et les îles Baillie, le gravier est rare ou absent à maints endroits des fonds marins, phénomène qui semble indiquer que la sédimentation de cette vaste zone du plateau n'est pas due au processus de transport des sédiments par la glace. Dans l'est du plateau, le gravier n'est peut-être qu'un résidu, étant donné que ce secteur est fréquenté par des courants de fond assez forts et contient peut-être des plages et des lits fluviaux submergés. Les accumulations isolées de gravier sur le plateau partagent peut-être la même origine, quoique les sédiments observés au voisinage de la dépression du Mackenzie ont probablement été transportés par la glace.

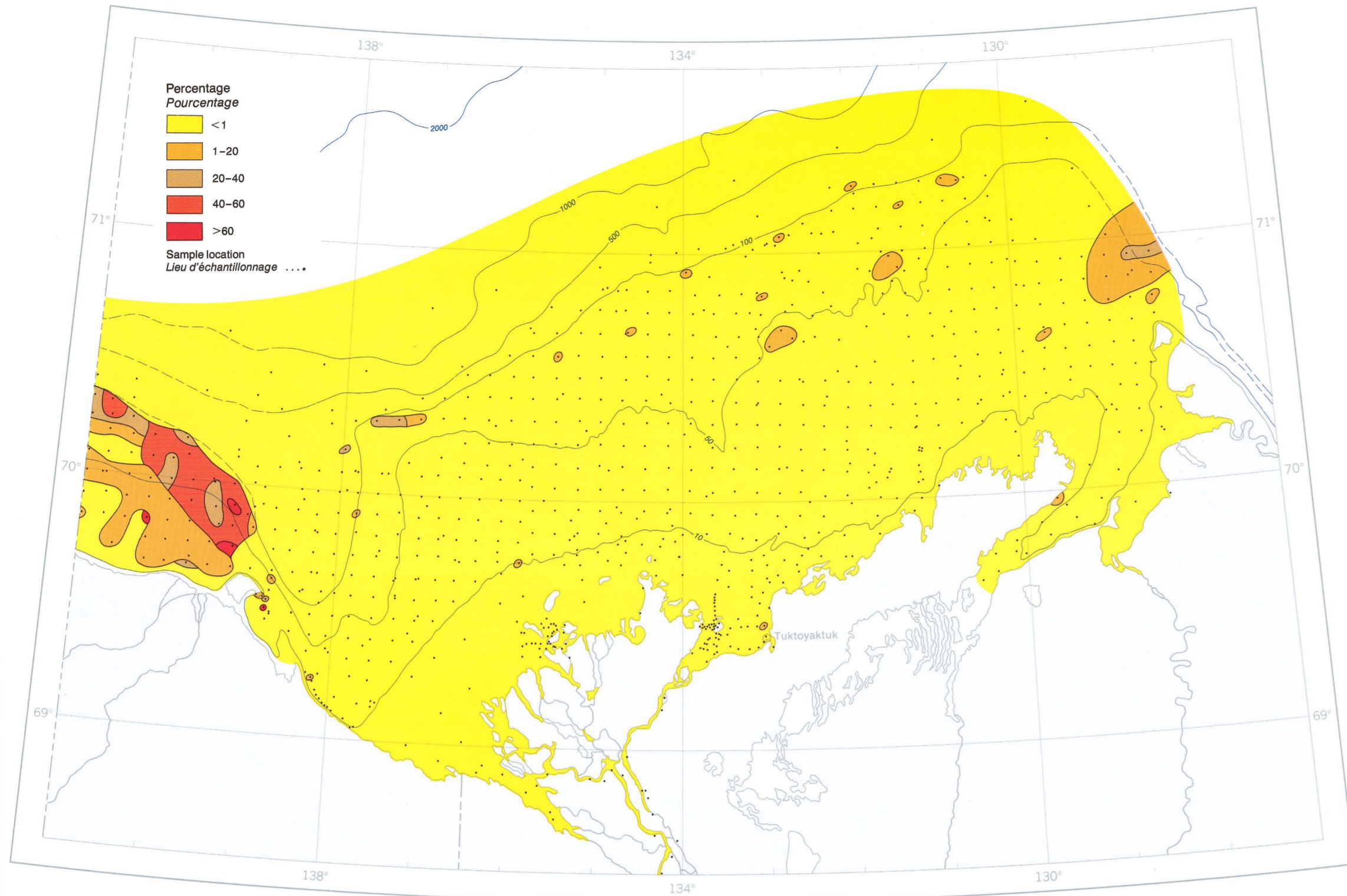
**Sable (0,062 mm à 2 mm)** Le sable est plus répandu que le gravier mais on n'en trouve à peu près pas dans la dépression du Mackenzie ni sur le plateau continental adjacent, à l'est. Les fortes concentrations observées au large de la côte ouest de l'île Herschel résultent, croit-on, d'un apport par les glaces; cependant, le long de la côte et dans l'est du plateau, elles résultent du processus d'érosion. Une partie du sable déposé le long de la côte, surtout à proximité des îles, des flèches et des barres, est en cours de transport. Plus à l'est, en particulier sur le plateau continental, on pense que le sable est un résidu (de sédiments intertidaux ou fluviaux, peut-être) qui a été exhumé par l'action érosive des courants de fond. À certains endroits, le sable reposait peut-être sous un placage de sédiments plus fins et il se serait mêlé aux autres sédiments au moment de l'introduction du carottier. On pense qu'il en est ainsi dans les régions des baies Kugmallit et Liverpool, caractérisées par un faible hydrodynamisme.

**Limon (0,004 mm à 0,062 mm)** Les plus fortes concentrations de limon se rencontrent dans la baie Mackenzie et dans la zone côtière à l'est. Toutefois, on a aussi observé des concentrations importantes dans l'extrême est du plateau continental, au large de la baie Liverpool, et à l'extrémité est de la péninsule de Tuktoyaktuk. Par ailleurs, les plus faibles concentrations de limon se retrouvent dans les parties médiane et extérieure de la dépression du Mackenzie et sur les zones adjacentes du plateau à l'est et à l'ouest. D'après les images prises par satellite, le fleuve Mackenzie abandonne une imposante charge sédimentaire de nature limoneuse qui, à partir des baies Mackenzie et Kugmallit, est entraînée vers l'est. Au nord de l'île Herschel, le fond marin échappe à l'influence de cette trainée sédimentaire, d'où la rareté du limon.

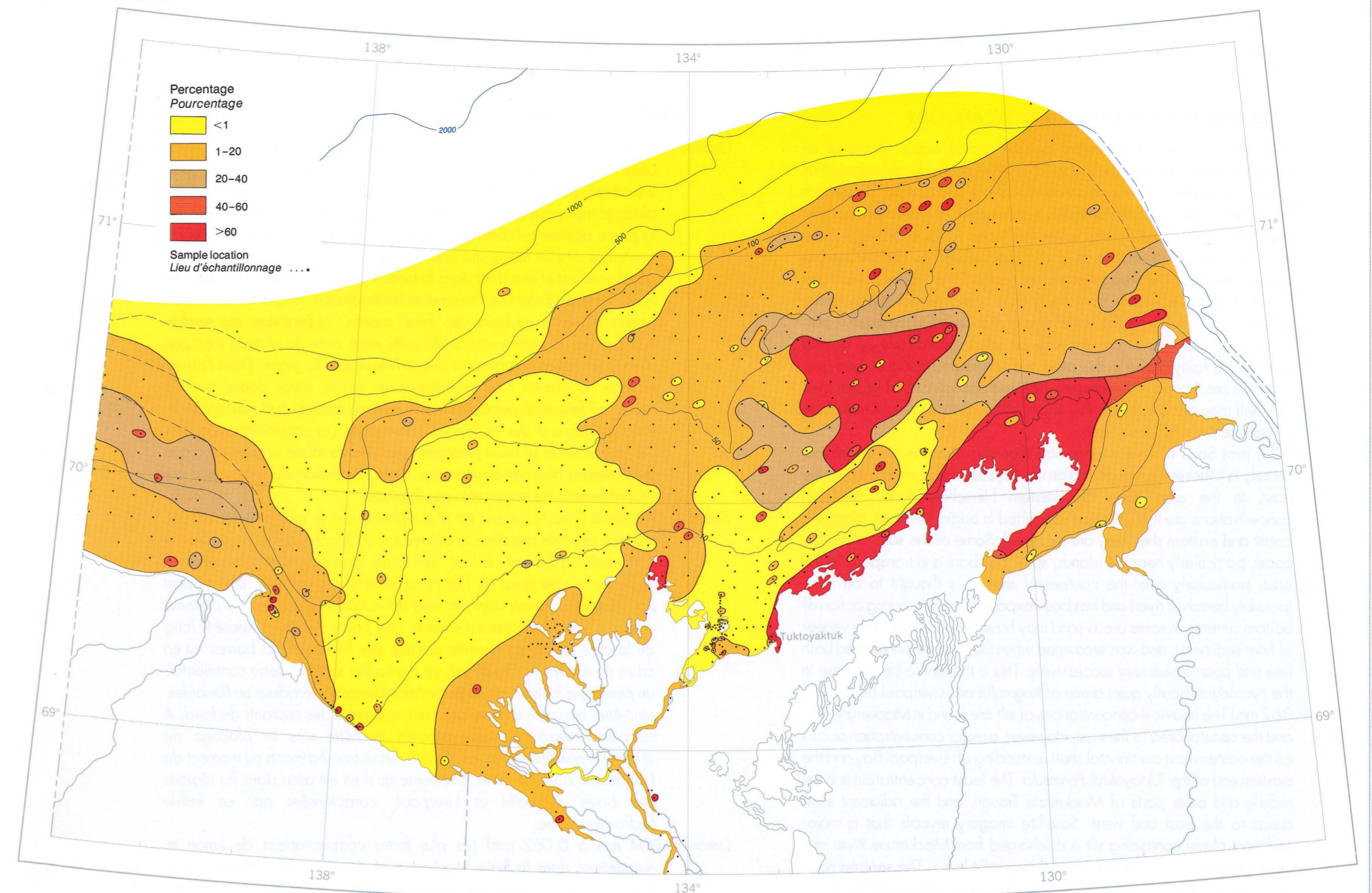
**Argile (<0,004 mm)** L'argile est répandue sur tout le plateau. Sauf aux extrémités du plateau, elle affiche une distribution semblable bien qu'inversement proportionnelle à celles du sable et du limon. Par exemple, les plus faibles concentrations d'argile (20%) se trouvent dans la baie Mackenzie, en milieu côtier et dans l'est du plateau; or, dans ces régions, le limon est abondant (concentrations de 40 à 100%) et le sable se présente en concentrations pouvant atteindre 40% dans le delta et 98% le long de la côte. L'inverse est également vrai: les plus fortes concentrations d'argile (80 à 100%) s'observent dans la dépression du Mackenzie et sur le plateau continental à l'est, soit les régions les plus pauvres en limon (40%) et en sable (20%). Les dépôts d'argile sont absents dans les régions côtières où les courants sont suffisamment forts pour transporter les sédiments fins vers le large et les déposer dans un milieu plus tranquille. Dans l'est du plateau, le gradient textural se caractérise par une augmentation de la teneur en argile d'est en ouest; ce phénomène semble indiquer que le fond marin subit un affouillement par les glaces dans l'est et que le transport des sédiments s'effectue vers le centre du plateau et vers la dépression du Mackenzie.

B.R. Pelletier

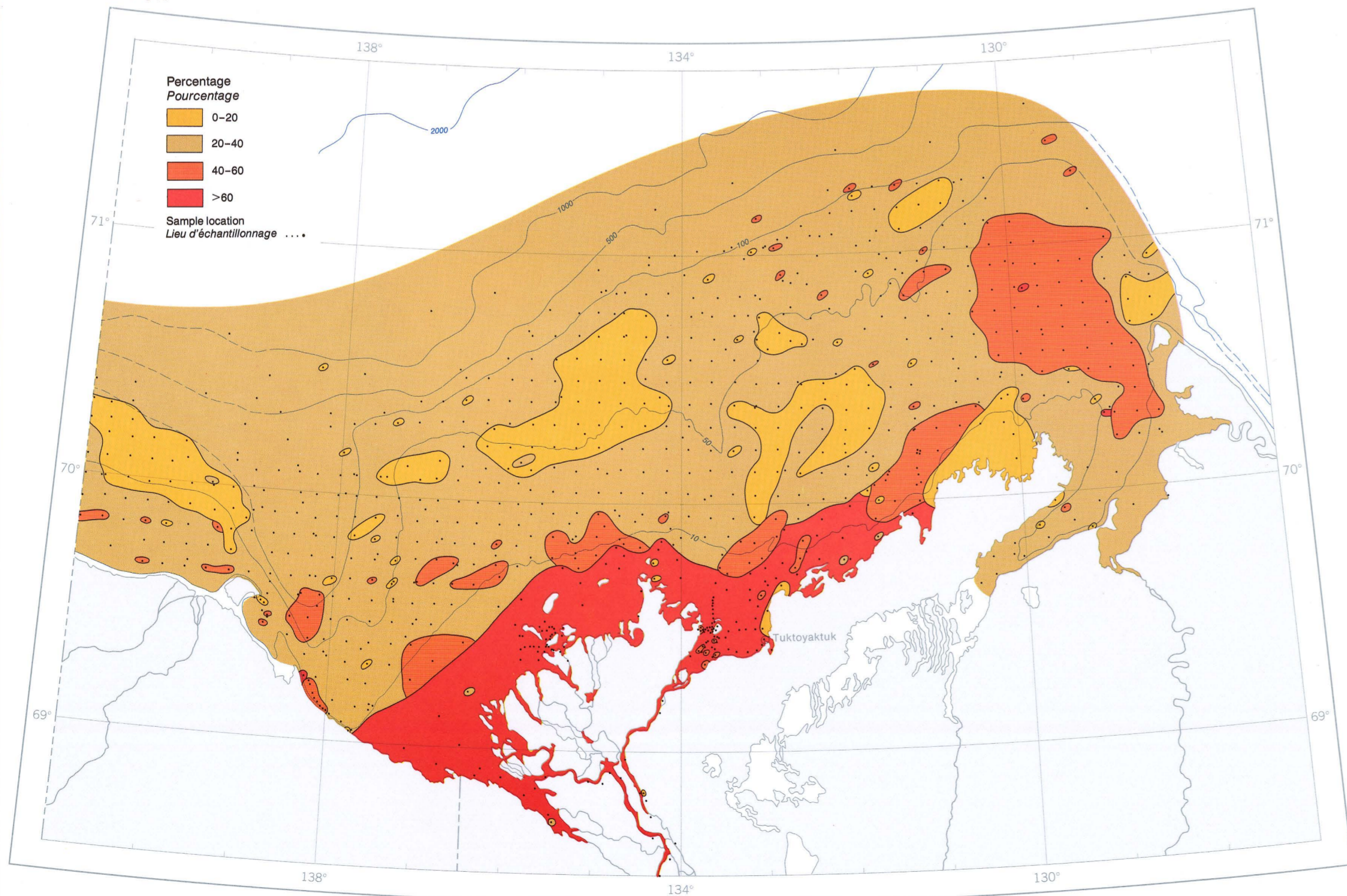
GRAVEL  
 GRAVIER



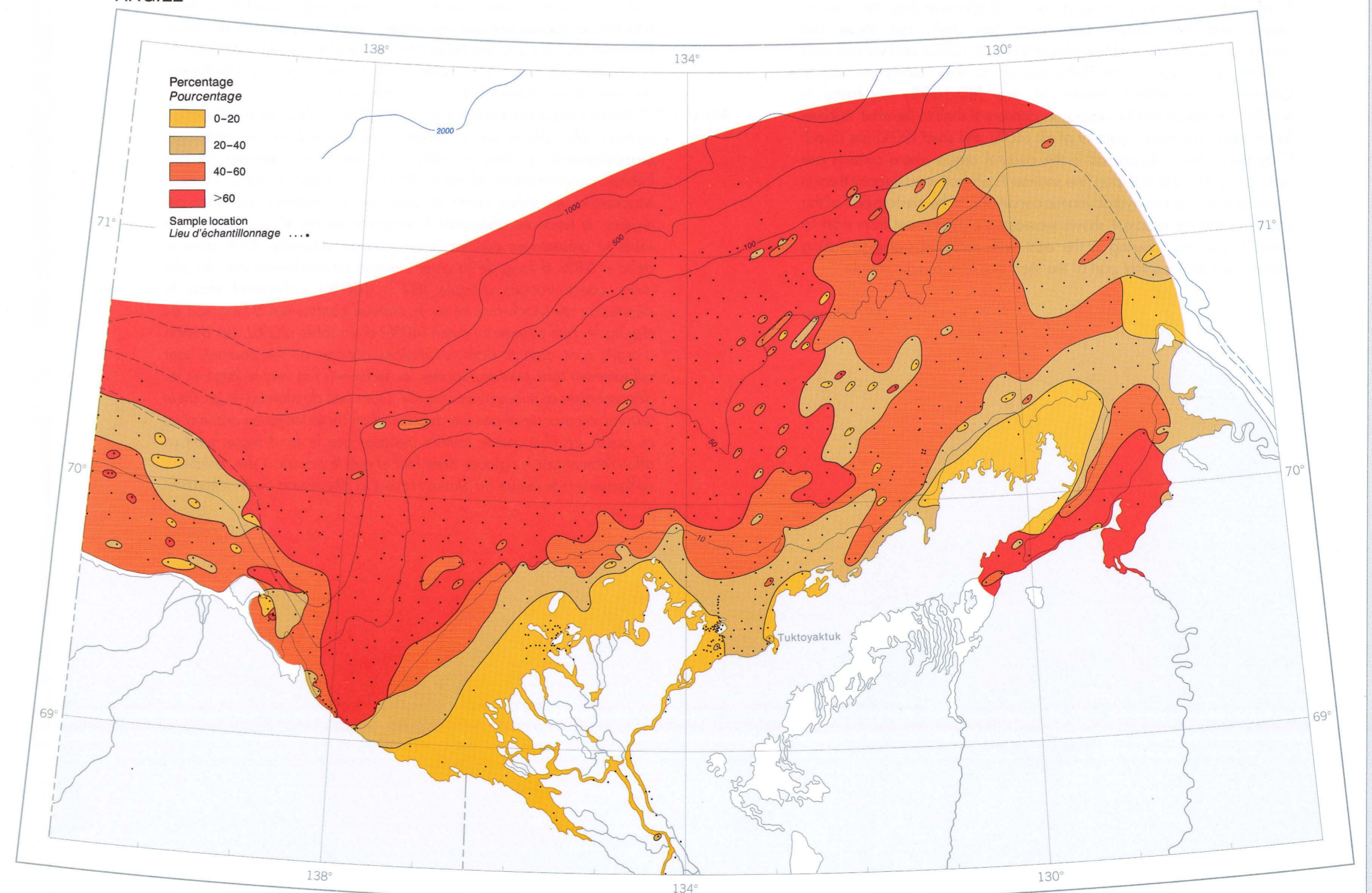
SAND  
 SABLE



SILT  
 LIMON



CLAY  
 ARGILE



#### THICKNESS OF RECENT SOFT SEDIMENTS

Data for the determination of soft sediment thickness down to the first hard sonic reflecting surface was obtained from an examination of echo-sounding records taken aboard numerous hydrographic surveying vessels. The hard reflector represents an old land surface that was partly but shallowly submerged, and was subsequently inundated by a rising sea. The ancient surface is dated by means of radiocarbon age determinations on shells collected from a few sites in the Beaufort Sea, and from a consideration of a universal rise in sea level at known times throughout the world.

The greatest thicknesses of the recent marine sediments occur in ancient valleys (here, 5-20 m thick) that cross the shelf, and in repositories directly off the Mackenzie Delta (35 m thick). Several thin covers of sediment less than 3 m thick are found in large areas of the shelf, which are separated by the valleys containing thicker deposits. This distribution shows the influence of an older drainage system, a fluctuating sea level and, perhaps, geological processes associated with minor vertical but areally segmented movements within the Beaufort Shelf.

B.R. Pelletier  
Map compilation: L. Meagher

#### ÉPAISSEUR DES SÉDIMENTS TENDRES D'ORIGINE RÉCENTE

*Les données utilisées pour mesurer l'épaisseur des sédiments tendres entre le fond marin et la première surface dure réfléchissant les ondes sonores ont été obtenues grâce à un examen des enregistrements de sondages acoustiques effectués à bord de nombreux navires hydrographiques. La couche dure réfléchissante correspond à une ancienne surface de terrain dont la submersion partielle à une faible profondeur a précédé son inondation par une mer ascendante. L'âge de cette surface ancienne a été établi par datation au carbone radioactif de coquilles recueillies à quelques endroits de la mer de Beaufort, et en fonction d'une élévation universelle du niveau de la mer à des époques connues.*

*Les plus fortes épaisseurs de sédiments marins récents se manifestent dans des vallées anciennes (dans le cas présent, de 5 à 20 m) dont l'axe est perpendiculaire à la côte, et dans des aires de sédimentation situées directement au large du delta du Mackenzie (35 m). Ces vallées séparent de vastes zones du plateau continental où plusieurs couches sédimentaires inférieures à 3 m d'épaisseur ont été observées. La répartition des sédiments témoigne de l'influence d'un ancien réseau hydrographique, de la fluctuation du niveau de la mer et, peut-être, de processus géologiques associés à des mouvements peu importants dans le sens vertical mais nettement différenciés dans le plan horizontal, à l'intérieur du plateau de la mer de Beaufort.*

B.R. Pelletier  
Préparation cartographique: L. Meagher





#### SEDIMENTATION RATES OF RECENT SOFT SEDIMENTS

Rates of sedimentation are derived from the simple division of the total mud thickness by the total time available for mud accumulation following the last marine transgression. The rates are variable but tend to correspond to the distributional pattern of the soft-sediment thickness. For example, the greatest rates of accumulation of 4-5 m per thousand years (m/ka) are associated with the thickest deposits lying off Mackenzie Delta, while the lowest rates (<0.25 m/ka) are found in the shelf sediments associated with the thinnest deposits on the eastern part of the shelf as well as in segmented areas of the central shelf.

Modern repositories of the rapidly accumulating, thicker sediments generally coincide with topographic depressions. On the other hand, those thinner sediments with a low rate of accumulation are found in areas more openly exposed to the action of bottom currents; alternately, the latter sites may be in areas receiving less sediment because of distance of transport from the source and, hence, they would have a zero or negligible rate of accumulation.

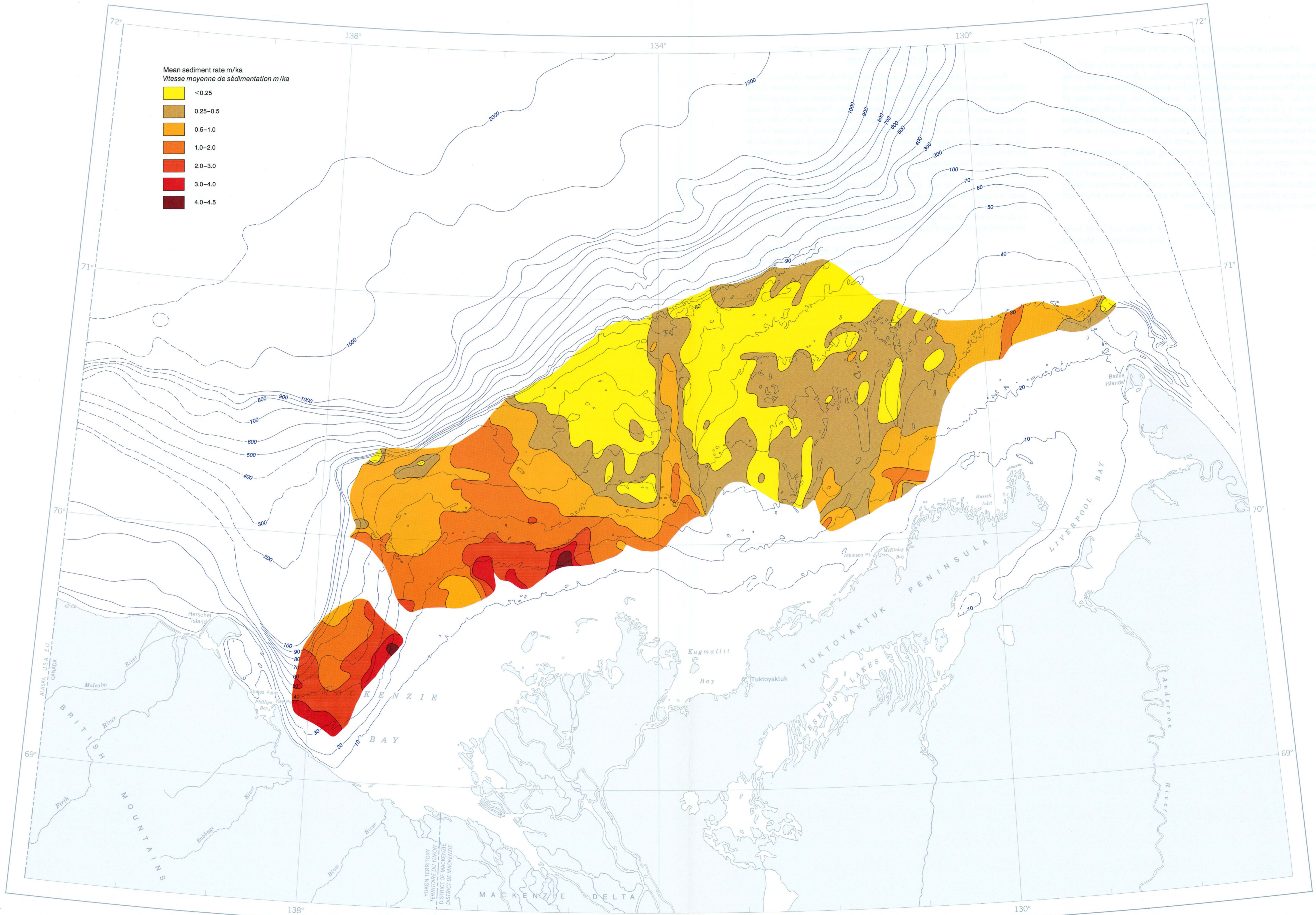
B.R. Pelletier and C.F.M. Lewis  
Map compilation: L. Meagher

#### VITESSES DE SÉDIMENTATION DES SÉDIMENTS TENDRES D'ORIGINE RÉCENTE

*Pour calculer des vitesses de sédimentation, il suffit de diviser l'épaisseur totale des boues par le temps total pendant lequel les sédiments ont pu s'accumuler depuis la dernière transgression marine. Ces vitesses sont variables mais, en règle générale, proportionnelles aux épaisseurs de sédiments tendres. Par exemple, les vitesses d'accumulation les plus rapides (4 à 5 m/ka) sont attribuées aux dépôts les plus épais qui se trouvent au large du delta du Mackenzie. Inversement, les vitesses les plus faibles (<0,25 m/ka) sont associées aux dépôts les plus minces observés dans la partie est du plateau continental et dans les zones différenciées du plateau central.*

*Les milieux de mise en place contemporains, où la sédimentation est la plus rapide et la plus épaisse, coïncident généralement avec des dépressions topographiques. Par ailleurs, les couches de sédiments les plus minces et les plus lentes à s'accumuler caractérisent les régions davantage exposées à l'action des courants de fond; cependant, la faible sédimentation de ces milieux pourrait également s'expliquer par la distance qui les sépare de la source, ce qui semblerait alors indiquer une vitesse d'accumulation nulle ou négligeable.*

B.R. Pelletier et C.F.M. Lewis  
Préparation cartographique: L. Meagher



Lambert Conformal Conic Projection.  
 Transverse Mercator 80°W to 130°W  
 Projection conforme conique de Lambert.  
 Méridien standard 80°W à 130°W

## SEDIMENT CORING

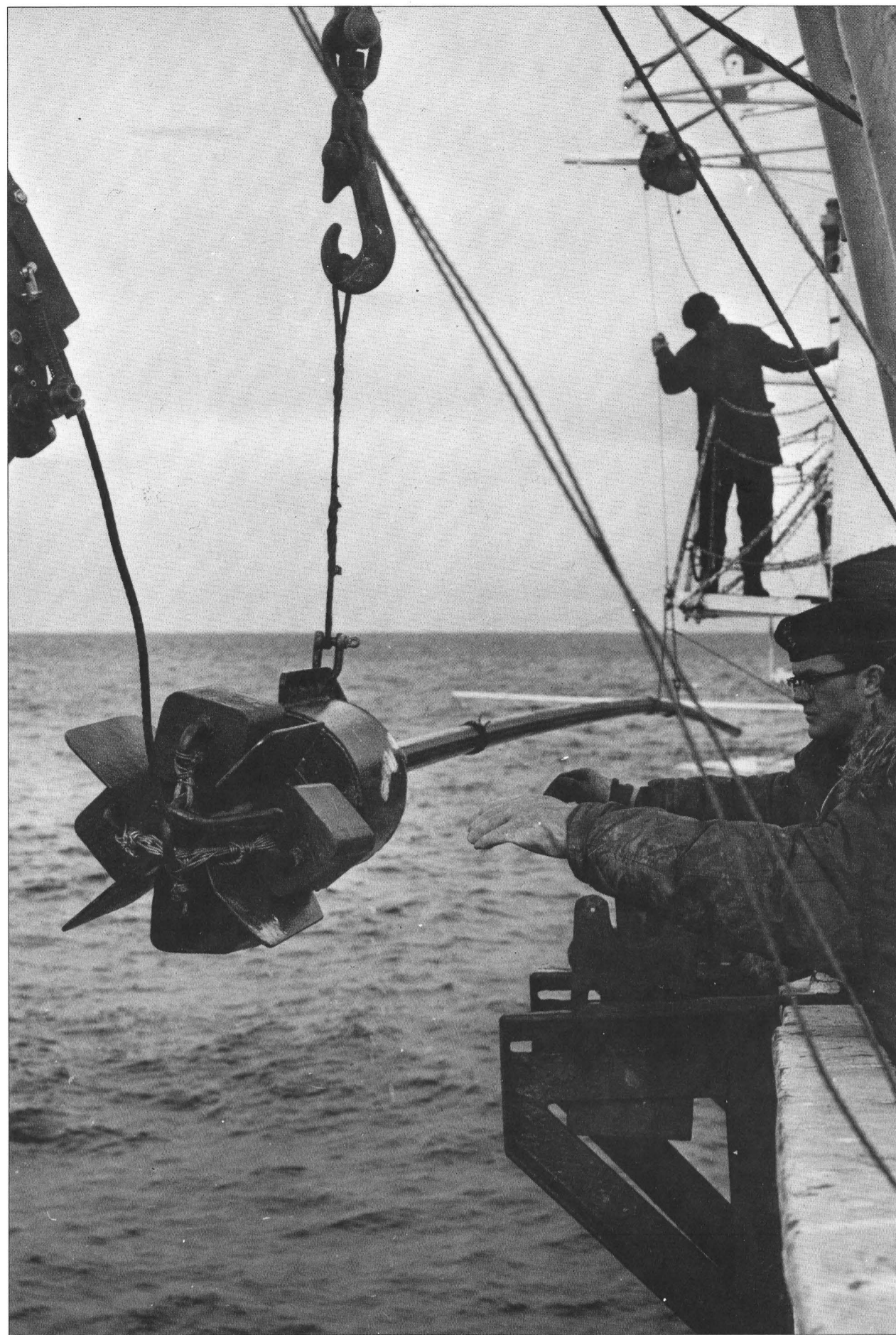
Coring operations and several features of the piston cores are illustrated. The important features shown are: retrieving the piston corer, extruding, splitting and logging the core, an X-radiograph demonstrating internal features of the core, fossils, sand and clay beds, ice lens, and oil.

B.R. Pelletier

## CAROTTAGE DES SÉDIMENTS

*La carte illustre le principe de fonctionnement du carottage et plusieurs caractéristiques du carottier à piston, notamment l'extraction du carottier à piston, l'extrusion, le découpage et l'enregistrement de la carotte, la radiographie révélant sa structure interne, ainsi que la présence de fossiles, de sable et d'argile, de lentilles de glace et d'huile dans la carotte.*

B.R. Pelletier



Retrieving a piston corer over the Beaufort Sea from CSS Hudson. Barrel length is 12 m and coring head weighs 550 kg with additional weight of 150 kg. Sampling locality is 200 km north of Mackenzie Delta, and at 1455 m of water depth.

*Remontée d'un carottier à piston à bord du CSS Hudson, dans la mer de Beaufort. Le tube carottier a 12 m de longueur; la tête a un poids de 550 kg auquel on ajoute 150 kg. Les échantillons sont prélevés à 200 km au nord du delta du Mackenzie, par 1 455 m d'eau.*



Extruded core lies on laboratory table onboard ship, and has been split lengthwise for sub-sampling at 50 cm intervals, and for logging the core content. Flat-head tacks are placed every 10 cm to facilitate logging procedures.

*Après avoir été extraite du tube, la carotte est déposée sur une table du laboratoire. On la coupe longitudinalement à des intervalles de 50 cm, afin d'en enregistrer le contenu et prélever des échantillons additionnels. Des punaises disposées tous les 10 cm facilitent l'enregistrement diagraphique.*

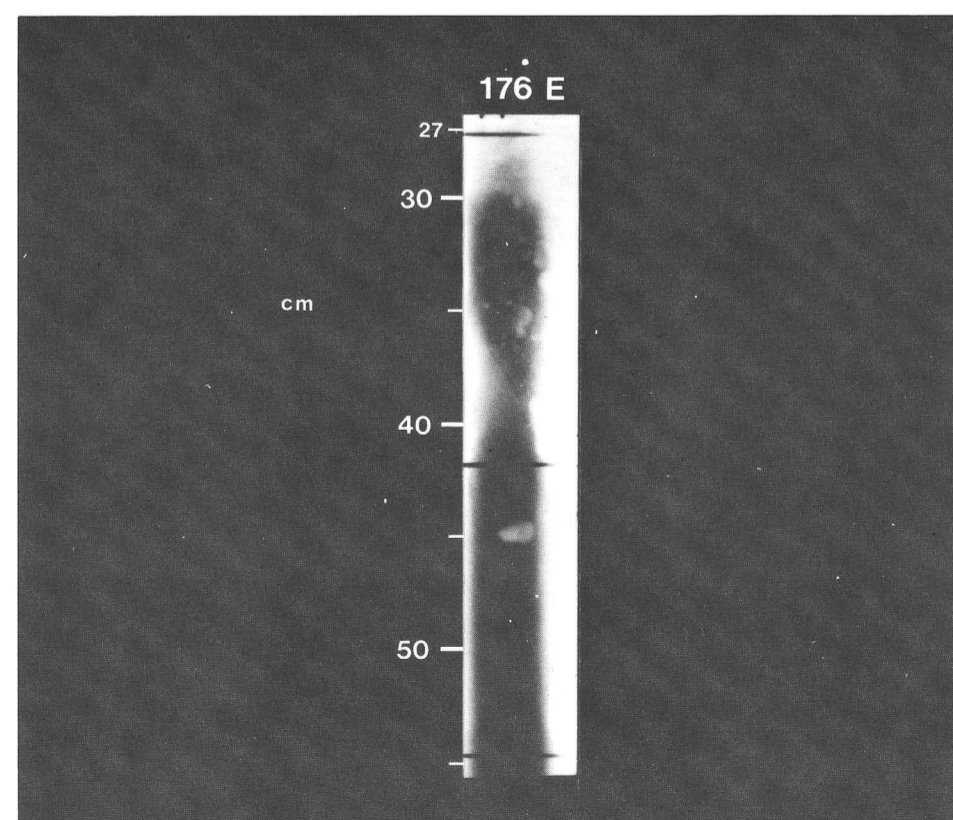


Sand lens in core from a Beaufort Shelf locality lying 75 km north of Mackenzie Delta in 55 m of water depth. *Lentille de sable présente dans une carotte prélevée sur le plateau de la mer de Beaufort, à 75 km au nord du delta du Mackenzie et par 55 m d'eau.*



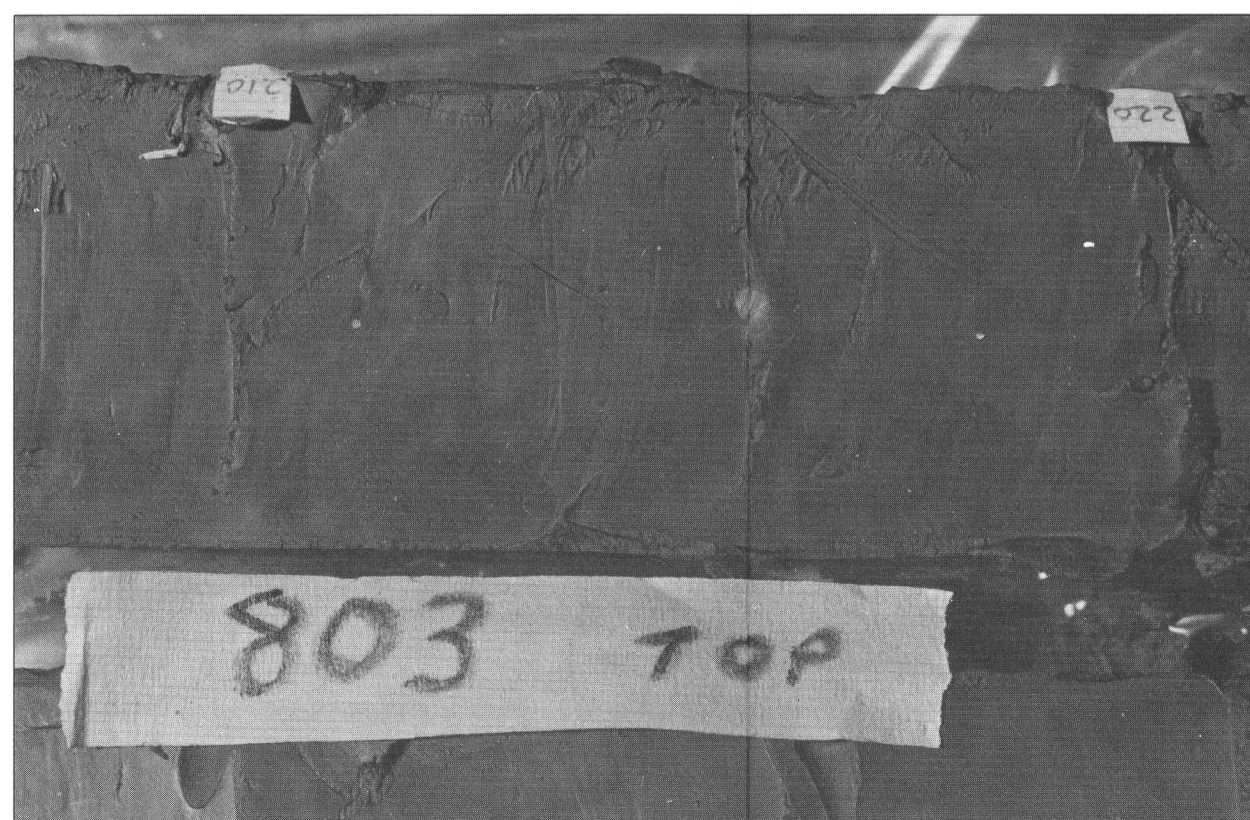
Sediment core containing lenses of freshwater ice. Core is broken at top of each ice lens; clay lies above the ice, and sand below it. Locality is in 36 m of water depth and lies 35 km north of Baillie Islands.

*Carotte sédimentaire contenant des lentilles de glace d'eau douce. La carotte est fracturée au sommet de chaque lentille de glace; au-dessus de la glace, on trouve de l'argile, et au-dessous, du sable. La carotte provient d'un emplacement situé à 35 km au nord des îles Baillie, par 36 m d'eau.*



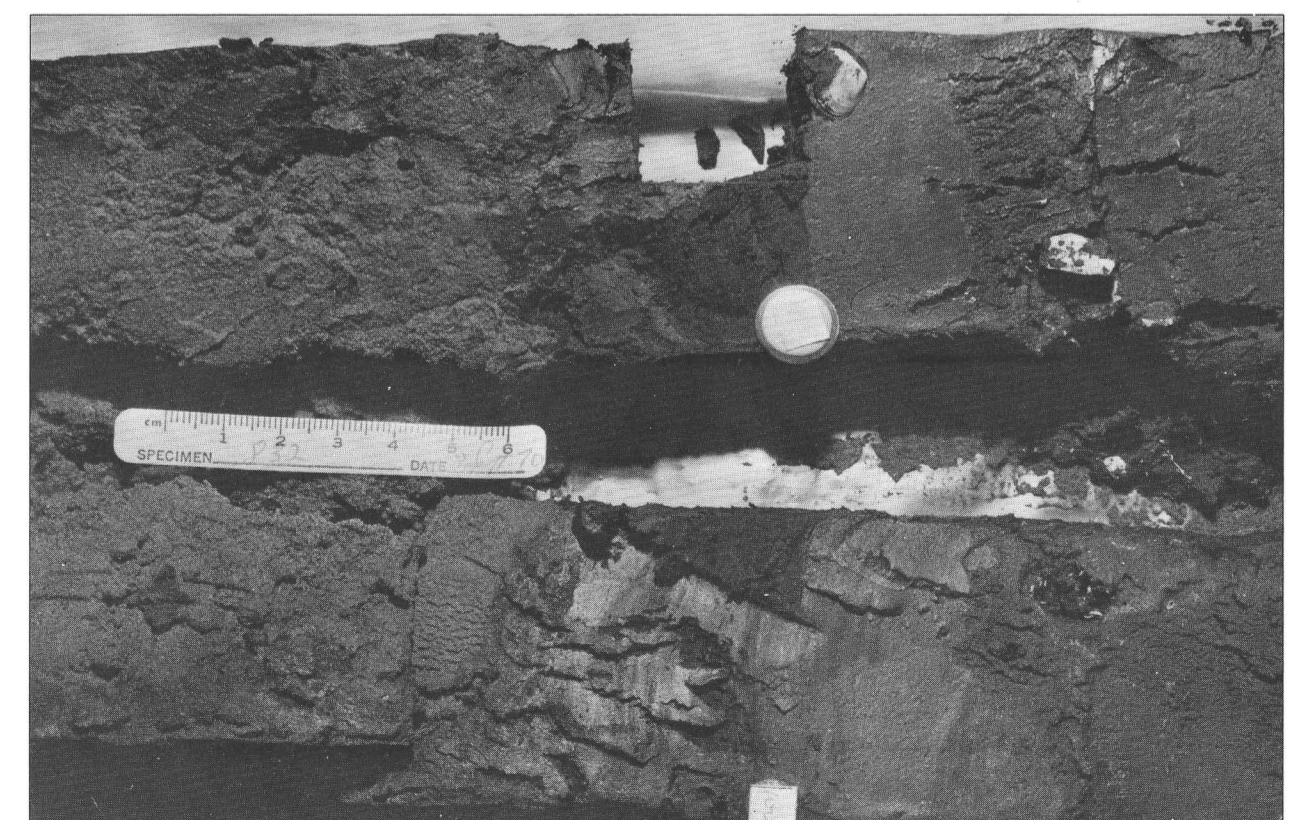
An X-radiograph of a core showing the occurrence of sand beds (light layers) alternating with clay beds (dark layers). Outlines of small shells and pebbles are clearly visible. Core obtained from vicinity of Herschel Island.

*Radiographie d'une carotte, montrant des couches de sable (strates claires) alternant avec des couches d'argile (strates foncées). On voit nettement les empreintes de petites coquilles et de galets. Cette carotte a été prélevée non loin de l'île Herschel.*



A section of core consisting of clay, obtained from site at 47 m of water depth lying east of Herschel Island. Small mollusc (gastropod) shell is embedded in centre of core.

*Une section de carotte, composée d'argile, extraite à 47 m de profondeur à l'est de l'île Herschel. La coquille d'un petit mollusque (gastéropode) est encastrée dans le centre de la carotte.*



Small amount of natural oil occurring in highly porous sand from the seabed. Site is in 25 m of water depth and lies 50 km northwest of Atkinson Point on the Tuktoyaktuk Peninsula.

*Petite quantité d'huile naturelle dans un sable très poreux extrait du fond marin. La carotte provient d'un emplacement situé à 50 km au nord-ouest de la pointe Atkinson, dans la péninsule de Tuktoyaktuk, par 25 m d'eau.*

#### SEDIMENT CORE TEXTURE

Sediment cores were obtained by means of a piston corer which utilized a 545 kg weight as part of the mechanism to drive the core barrel into the seabed. A textural analysis of sub-samples, taken at regular 25 cm intervals along the core, revealed the variation in main sediment types.

In the seabed west of Herschel Island, penetration of the corer was slight (<1 m) due to the compacted nature of the gravels and sands comprising the sedimentary deposits. This over-consolidation of the seabed may be a result of ice loading on a seafloor strewn with coarse relict sediments. On the central and eastern portions of the shelf, sand and fine gravels are present in many of the cores. These deposits may represent old beaches, at least to 4 m below the seabed as demonstrated by the penetration of the corer.

On the extreme outer shelf and upper continental slope, fine sediments such as silt and clay characterize most of the core. In these cores, which vary in length to 12 m, an influx of coarse sediment occurs at different depth intervals in the core. This phenomenon is caused by an influx of sediment slumped from the shelf edge to a resting site down the slope. Generally though, the presence of uniform clay deposits at these localities indicates slow deposition under hydrodynamically quiet conditions.

B.R. Pelletier

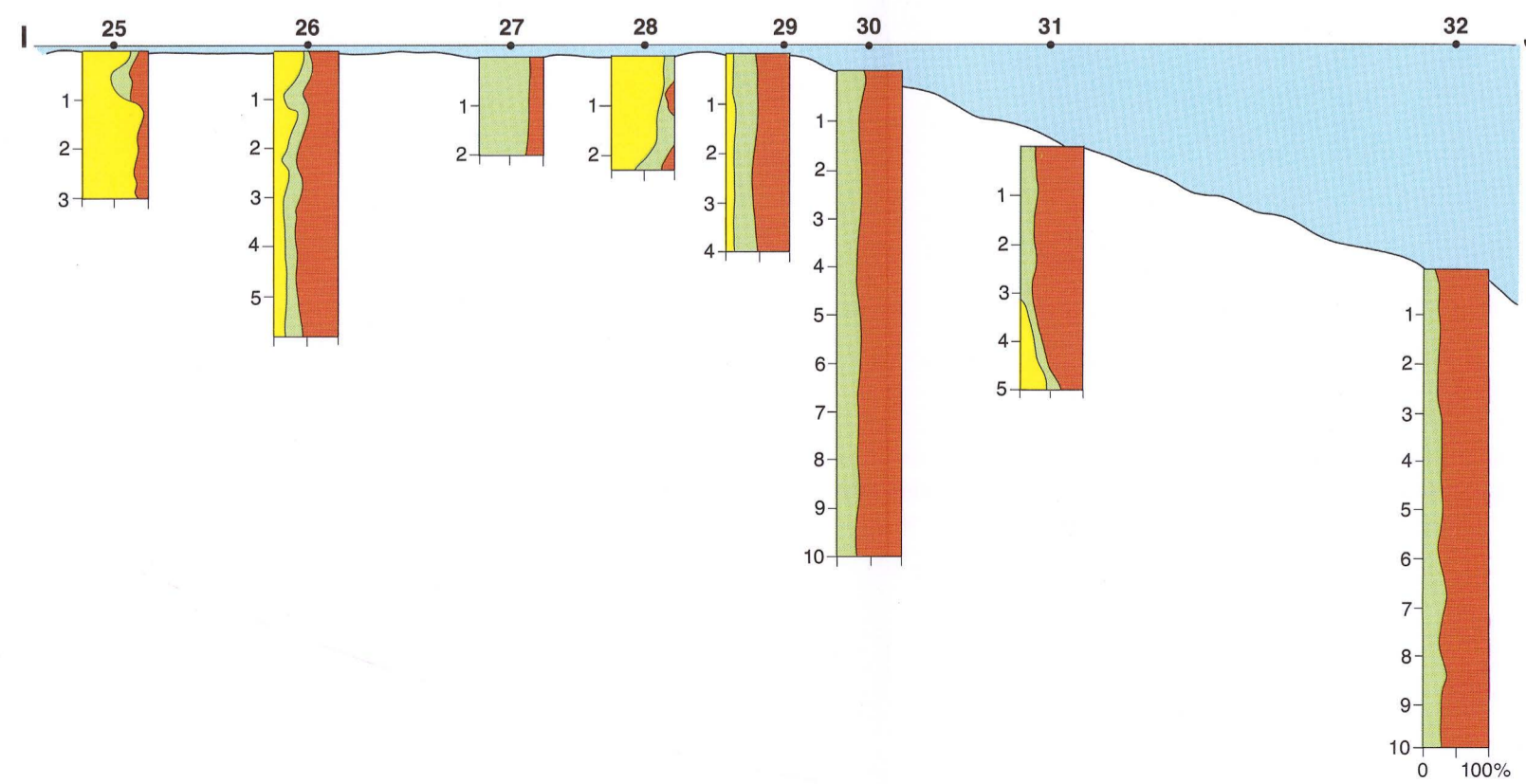
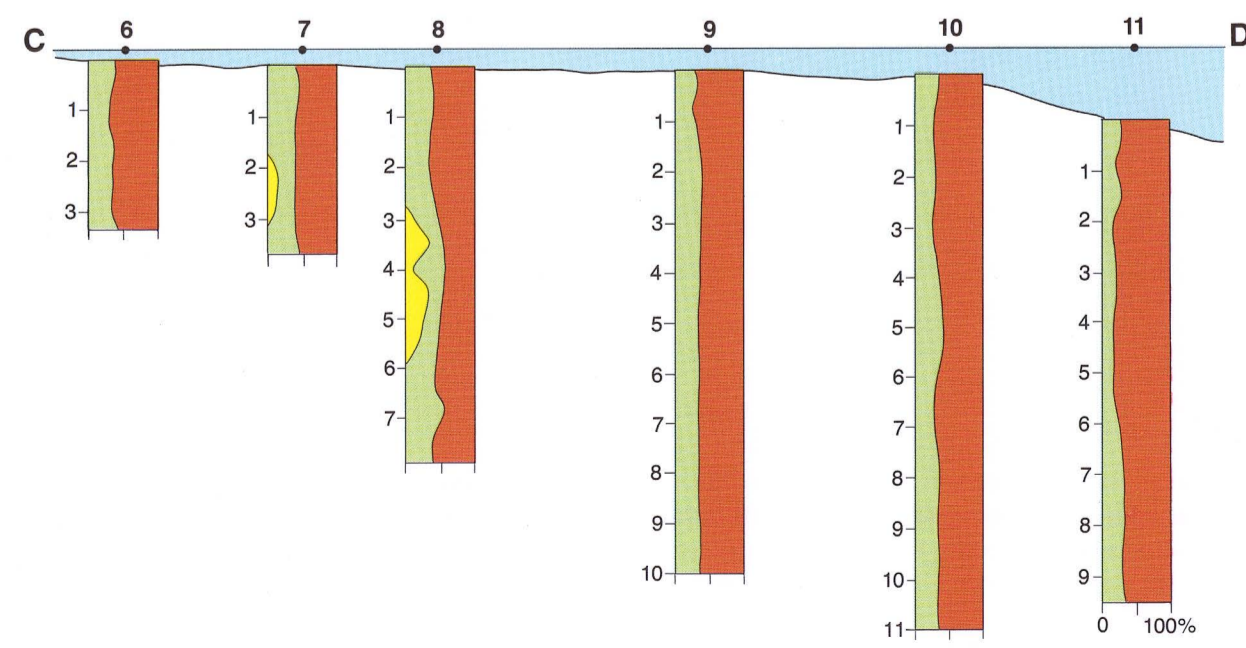
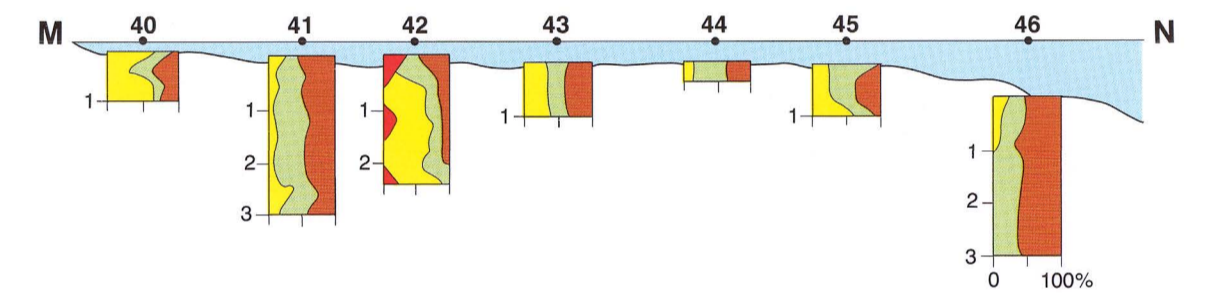
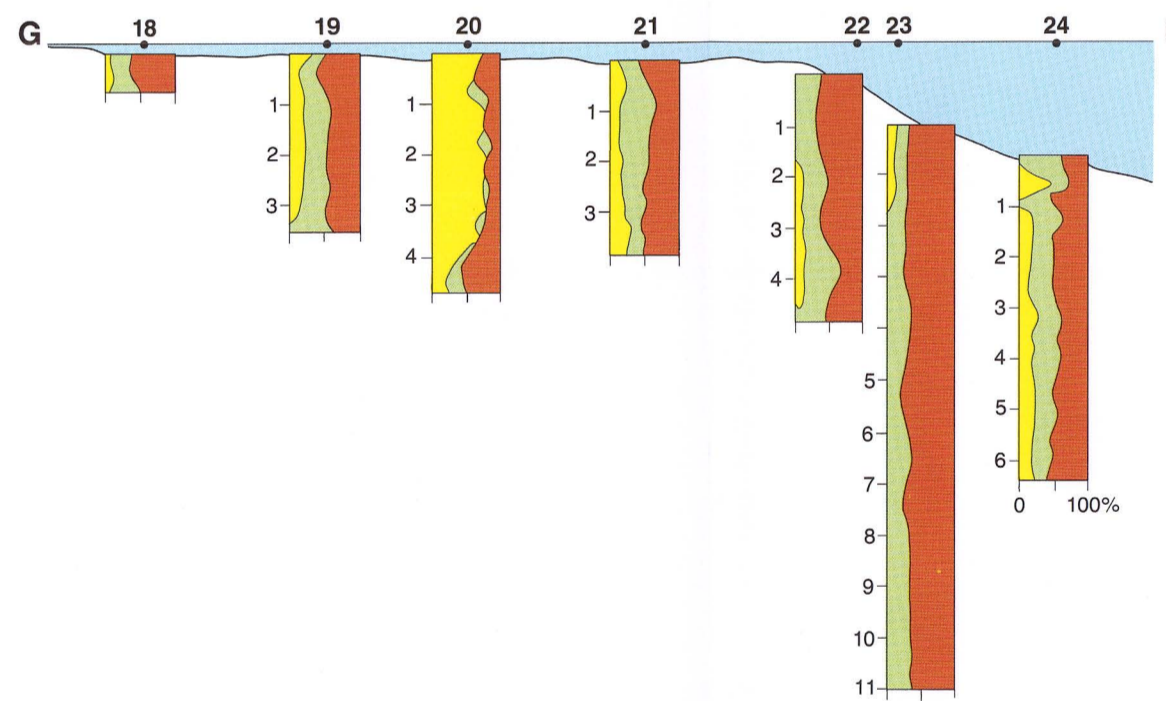
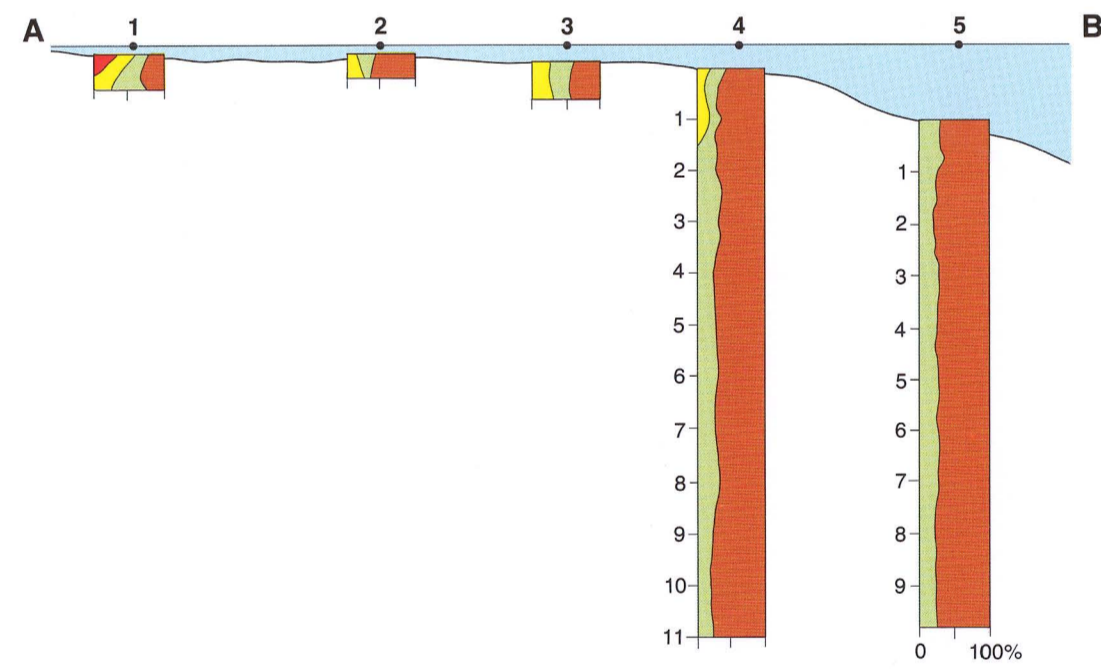
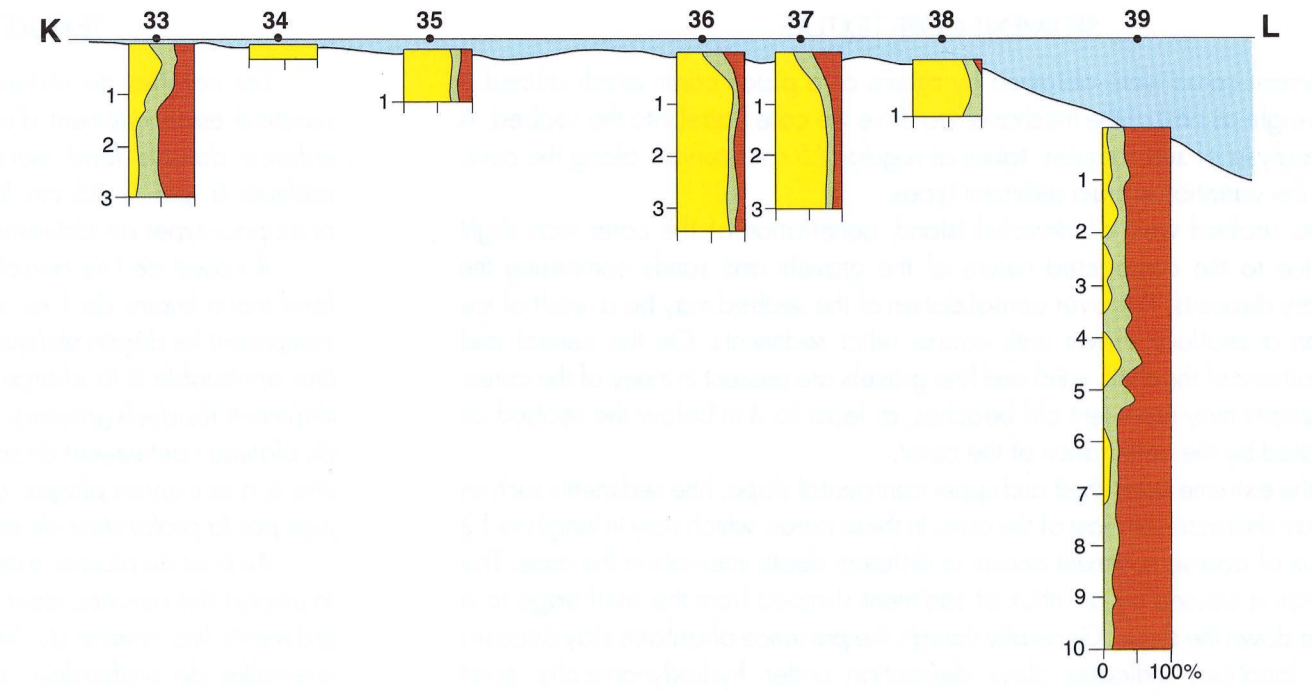
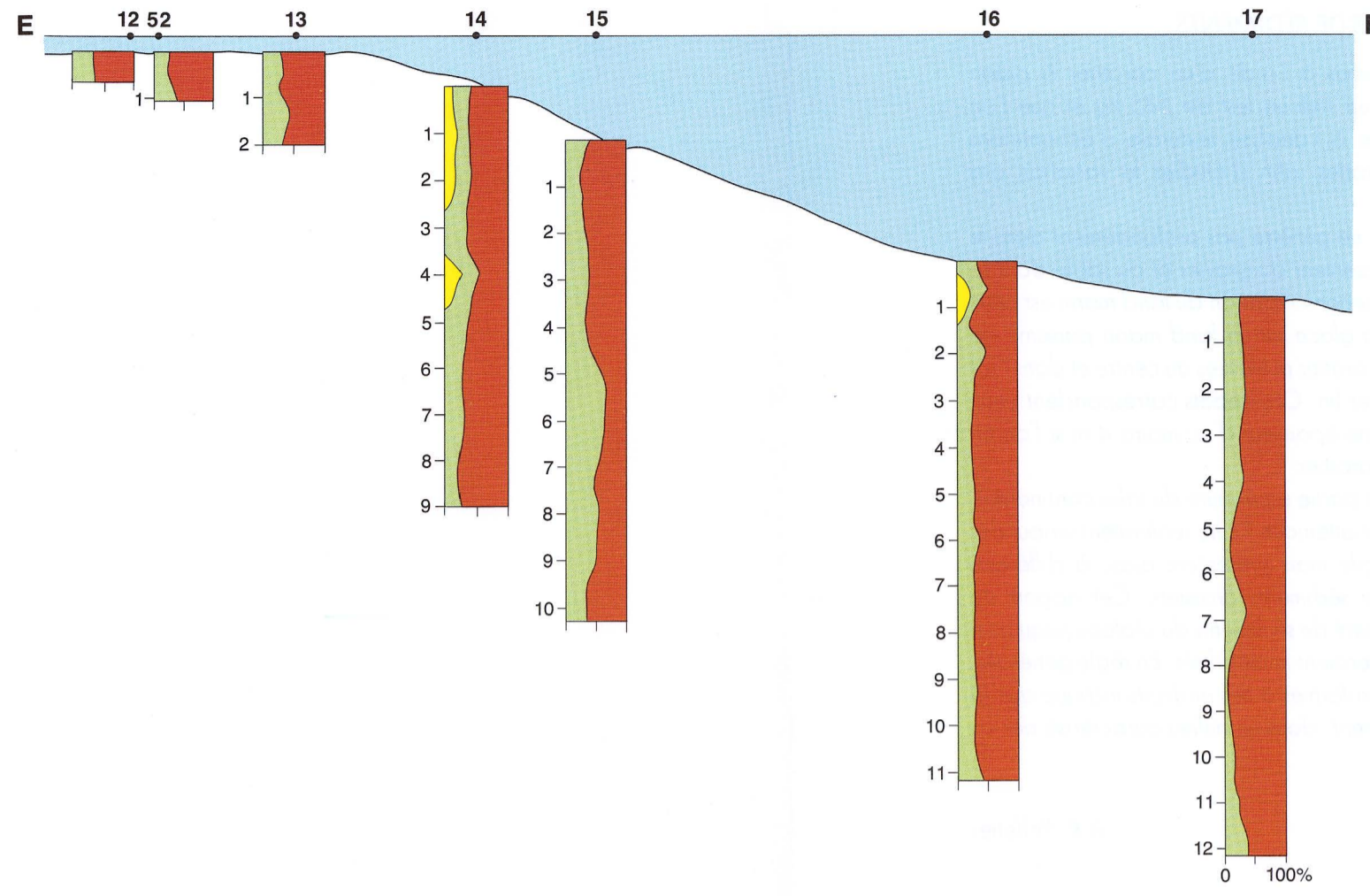
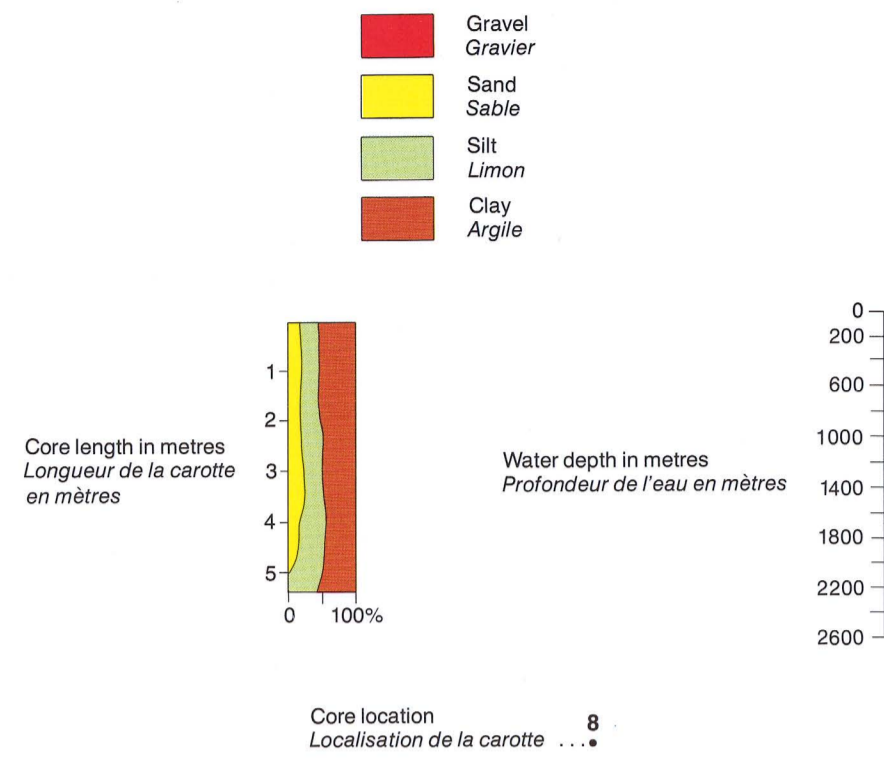
#### TEXTURE DES CAROTTES DE SÉDIMENTS

Les carottes de sédiments sont prélevées à l'aide d'un carottier à piston constitué essentiellement d'un tube auquel est fixé un lest de 545 kg et que l'on enfonce dans le fond marin. On procède à l'analyse texturale d'échantillons prélevés à tous les 25 cm le long des carottes, afin d'étudier la variation des principaux types de sédiments.

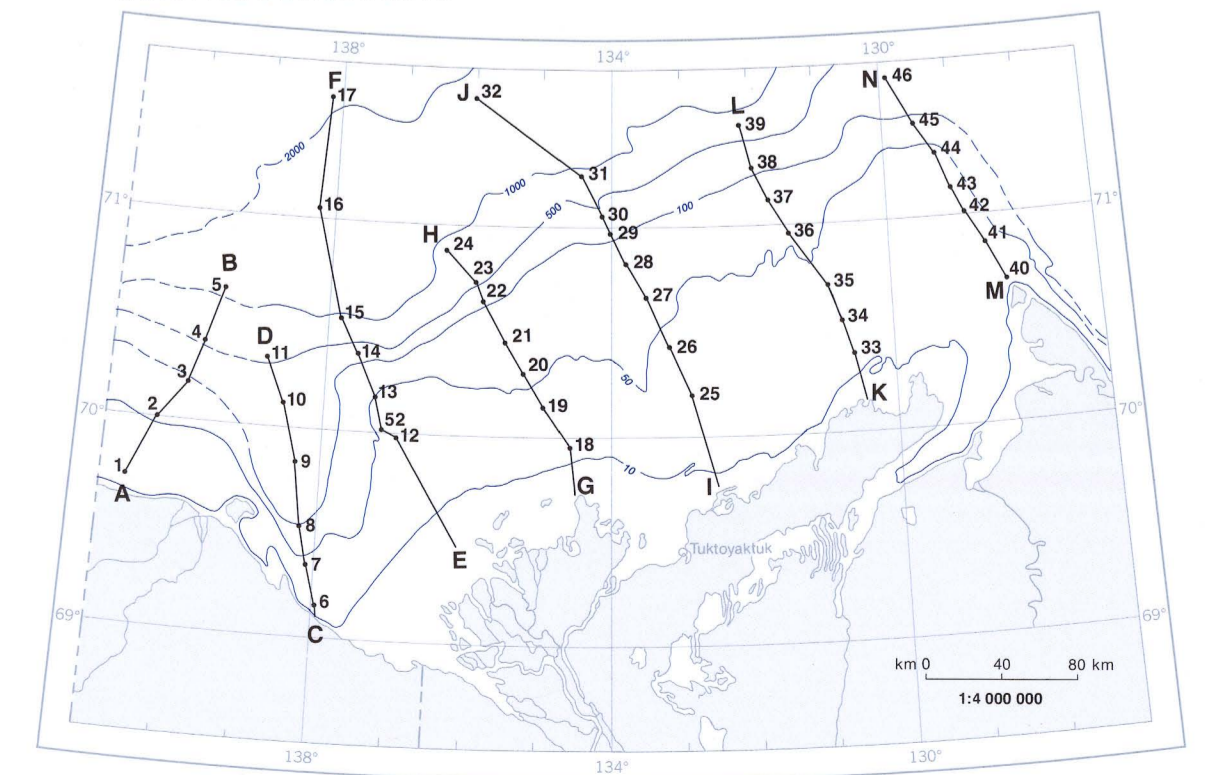
À l'ouest de l'île Herschel, le carottier ne pénètre pas profondément dans le fond marin (moins de 1 m), en raison du tassement du gravier et du sable dont se composent les dépôts sédimentaires. Cette surconsolidation du fond marin est peut-être attribuable à la charge exercée par la glace sur un fond marin parsemé de sédiments résiduels grossiers. Beaucoup de carottes prélevées au centre et dans l'est du plateau contiennent du sable et du gravier fin. Ces dépôts correspondent peut-être à d'anciennes plages, qui atteignent une épaisseur d'au moins 4 m si l'on en juge par la profondeur de pénétration du carottier.

Au bout du plateau extérieur et dans la partie supérieure du talus continental, la plupart des carottes, dont la longueur peut atteindre 12 m, renferment surtout des sédiments fins comme du limon et de l'argile mais présentent aussi, à différents intervalles de profondeur, des couches de sédiments grossiers. Cet apport de sédiments grossiers est le résultat d'un glissement de sédiments du plateau jusqu'à un niveau plus bas du talus continental où ils se seraient immobilisés. En règle générale, toutefois, la présence de couches d'argile uniformes à ces endroits indique que la mise en place du dépôt s'est effectué lentement, dans un milieu caractérisé par un faible hydrodynamisme.

B.R. Pelletier



HUDSON 70 CORES  
 CAROTTES DU HUDSON 70



## SEDIMENT CORE STRATIGRAPHY

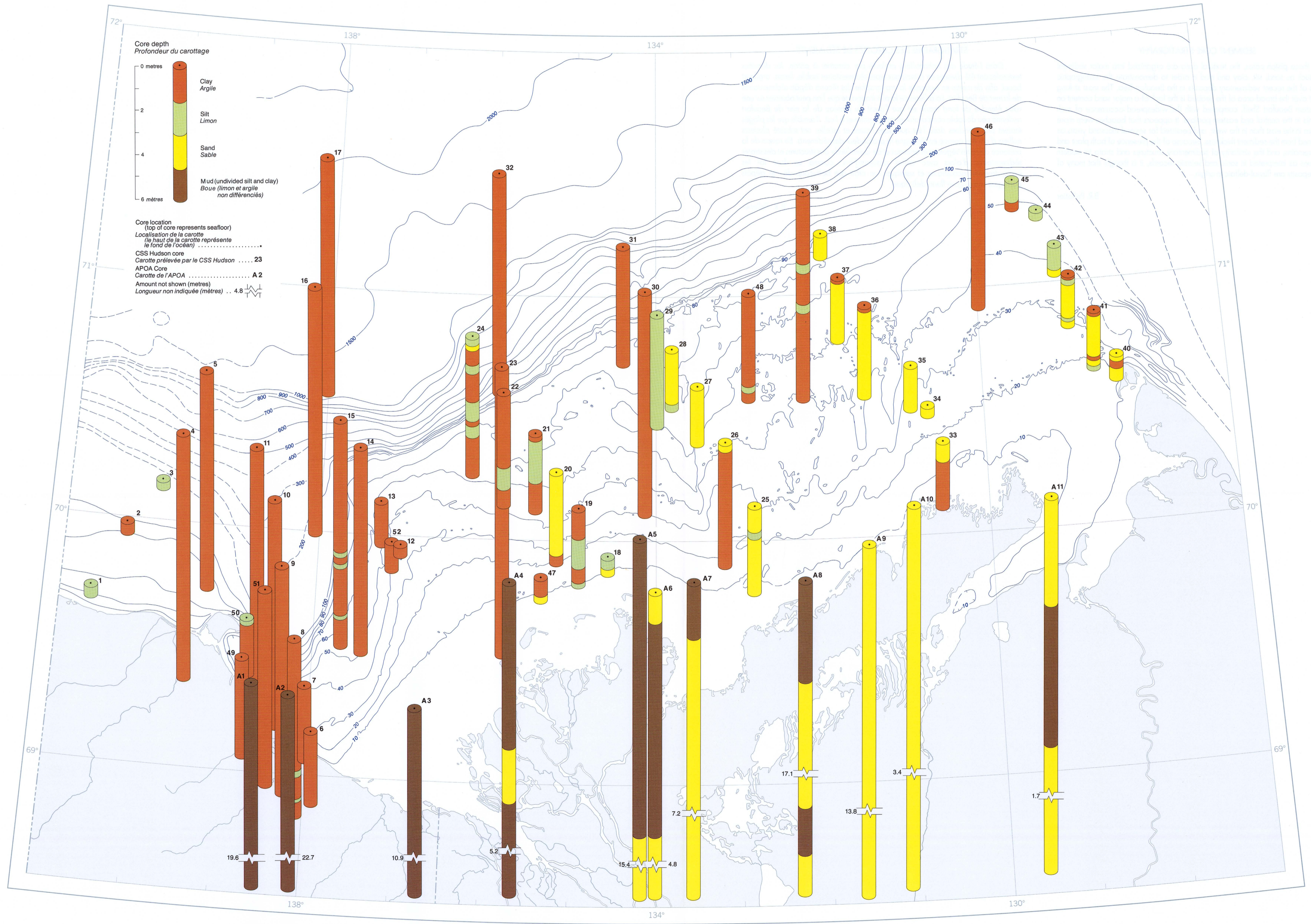
In these piston cores, the textural data are organized into major sediment types, such as sand, silt, clay and mud in order to demonstrate the stratigraphic aspects of the recent sedimentary deposits in the Beaufort Sea. The most striking contrast over the broad area of the seabed is the lack of a major sand content on the western Beaufort Shelf, compared with the widespread occurrence of such sediments in the central and eastern portions. It appears that beaches were more extensive in the east than in the west, and persisted for several thousand years as determined from the sediment thickness. Because of the presence of both plant and animal remains, and the similarity of sedimentary structures and strata to modern analogues as interpreted in sonic and seismic records, it is thought that many of these deposits are fluvial-deltaic in origin.

B.R. Pelletier

## STRATIGRAPHIE DES CAROTTES DE SÉDIMENTS

*Dans l'étude des échantillons prélevés par carottier à piston, les données texturales ont été divisées en principaux types sédimentaires (sable, limon, argile et boue), afin de mettre en évidence la stratigraphie des récents dépôts sédimentaires de la mer de Beaufort. La différence la plus frappante que l'on peut observer sur une vaste étendue du fond marin est que l'ouest du plateau de la mer de Beaufort renferme peu de sable comparativement au centre et à l'est. Il semble que les plages étaient plus étendues dans l'est que dans l'ouest et qu'elles ont subsisté plusieurs milliers d'années comme en témoigne la profondeur des sédiments. En raison de la présence de restes végétaux et animaux et de la similitude des structures et des strates sédimentaires d'alors avec celles d'aujourd'hui, comme en font foi les enregistrements acoustiques et sismiques, on croit que beaucoup de ces dépôts partagent une origine fluvio-deltaïque.*

B.R. Pelletier



Core depth  
Profondeur du carottage

0 metres  
2  
4  
6 metres

Clay  
Argile

Silt  
Limon

Sand  
Sable

Mud (undivided silt and clay)  
Boue (limon et argile non différenciés)

Core location  
(top of core represents seafloor)  
Localisation de la carotte  
(le haut de la carotte représente le fond de l'océan) .....

CSS Hudson core  
Carotte prélevée par le CSS Hudson ..... 23

APOA Core  
Carotte de l'APOA ..... A 2

Amount not shown (metres)  
Longueur non indiquée (mètres) ... 4.8

Lambert Conformal Conic Projection,  
Standard Parallels 66°40' N and 71°00' N  
Projection conique conforme de Lambert,  
parallèles standards 66°40' N et 71°00' N



## HEAVY MINERALS

Mineral grains in the fine sand fraction were separated on the basis of weight; those grains heavier than 2.8 specific gravity were separated in bromoform liquid from the lighter grains. The magnetic portion was removed from the residue of the heavy minerals with a magnet. Identification was aided by X-ray diffraction and fluorescence, autoradiography, reflected light under a binocular microscope and transmitted light through a petrographic microscope, and both transmission and electron microscopy. Because certain minerals are characteristic of some geological formations and provenances, their identification in bottom sediments is an aid in determining source areas and routes of sedimentary transport.

## Composition

The heavy minerals comprise grains of magnetite, goethite, hematite, limonite, pyrite, clinopyroxene, clinoamphibole, garnet, kyanite, sillimanite, andalusite, apatite, epidote, mica, orthoamphibole, staurolite, zircon, tourmaline, rutile and lazulite.

## Distribution of heavy minerals to total mineral content (in per cent)

The somewhat high concentration of heavy minerals in the central and eastern shelf is probably due to the association of these minerals with old beach sands. West of Herschel Island the relationship is due to the presence of relict sediments and nearby piedmont of the British Mountains. Low concentrations of heavy minerals are observed in an area extending northwest from Mackenzie Bay to Mackenzie Trough, and continuing along the continental shelf-slope boundary.

## Distribution of magnetic minerals to total heavy mineral content (in per cent)

Although a relationship is apparent between the high concentrations of magnetic minerals and the total mineral content, a less distinct association with their occurrence in topographic depressions may be observed. Because of the across-shelf direction of these trends, it appears that bottom sediments are not redistributed over the shelf after undergoing disturbance and dislocation by ice-scouring of the seabed.

## Sources

River transportation, shoreline retreat and erosion of relict sediments are processes that produce the influx of coarse sediments. Two major source areas, or provenances, are identified: the Cordillera on the basis of a clinopyroxene-amphibole suite; and the Canadian Shield determined from a clinopyroxene-amphibole-garnet assemblage.

West of Mackenzie Delta, coarse grained sediments derived from Mesozoic and Paleozoic sedimentary and igneous rocks from the northern Yukon comprise the Arctic Coastal Plain. This feature is undergoing erosion by permafrost degradation and wave action, and the resulting debris is being incorporated into the western Beaufort Shelf sediments. Only in the western shelf region, where sand and gravel is originating from young rivers draining the Cordilleran hinterland, is there an active fluvial source of coarse grained material.

In the northern Interior Plain, recent glacial-fluvial sands, originating from the Precambrian igneous and metamorphic rocks of the Canadian Shield to the east, have been the major source of material to the eastern and central shelf sediments. Mesozoic and Paleozoic rocks underlying the Quaternary sediments are thought to be the source of carbonates as well as other minerals characteristic of a sedimentary regime.

Suzanne Costaschuk

## MINÉRAUX LOURDS

La séparation des grains minéraux appartenant à la fraction fine du sable a été faite par gravimétrie; les grains ayant une densité spécifique supérieure à 2,8 ont été séparés des plus légers dans un bromoforme. La fraction magnétique a été retirée du résidu de minéraux lourds au moyen d'un aimant. L'identification des minéraux s'est effectuée par diffractométrie et fluorescence X, autoradiographie, réflexion au microscope binoculaire et transmission au microscope pétrographique, ainsi que microscopie à transmission et microscopie électronique. Étant donné que certains minéraux sont caractéristiques de certaines formations et origines géologiques, leur présence dans des sédiments marins facilite la détermination des sources et des parcours de sédimentation.

## Composition

Sont représentés dans les minéraux lourds la magnétite, la goethite, l'hématite, la limonite, la pyrite, le clinopyroxène, la clinoamphibole, le grenat, la cyanite, la sillimanite, l'andalousite, l'apatite, l'épidote, le mica, l'orthoamphibolite, la staurolite, le zircon, la tourmaline, la rutile et la lazulite.

## Distribution des minéraux lourds en pourcentage de la teneur totale en minéraux

La concentration assez élevée de minéraux lourds dans le centre et l'est du plateau s'explique probablement par le fait que ces minéraux sont associés à du sable de plages anciennes. À l'ouest de l'île Herschel, on l'attribue à la présence de sédiments résiduels et, non loin de là, du piémont des monts Britanniques. Par ailleurs, on observe de faibles concentrations de minéraux lourds dans une zone qui s'étend vers le nord-ouest entre la baie Mackenzie et la dépression du Mackenzie, puis qui longe la rupture du plateau continental.

## Distribution des minéraux magnétiques en pourcentage de la teneur totale en minéraux lourds

Si le rapport entre les concentrations élevées de minéraux magnétiques et la teneur totale en minéraux lourds est facile à observer, l'association des minéraux magnétiques avec des dépressions topographiques, par contre, est moins nette. Étant donné que l'on observe ce phénomène dans une direction perpendiculaire à la côte, il semble que les sédiments de fond ne soient pas redistribués sur le plateau après le remaniement et l'ablation qu'ils subissent sous l'action érosive des glaces.

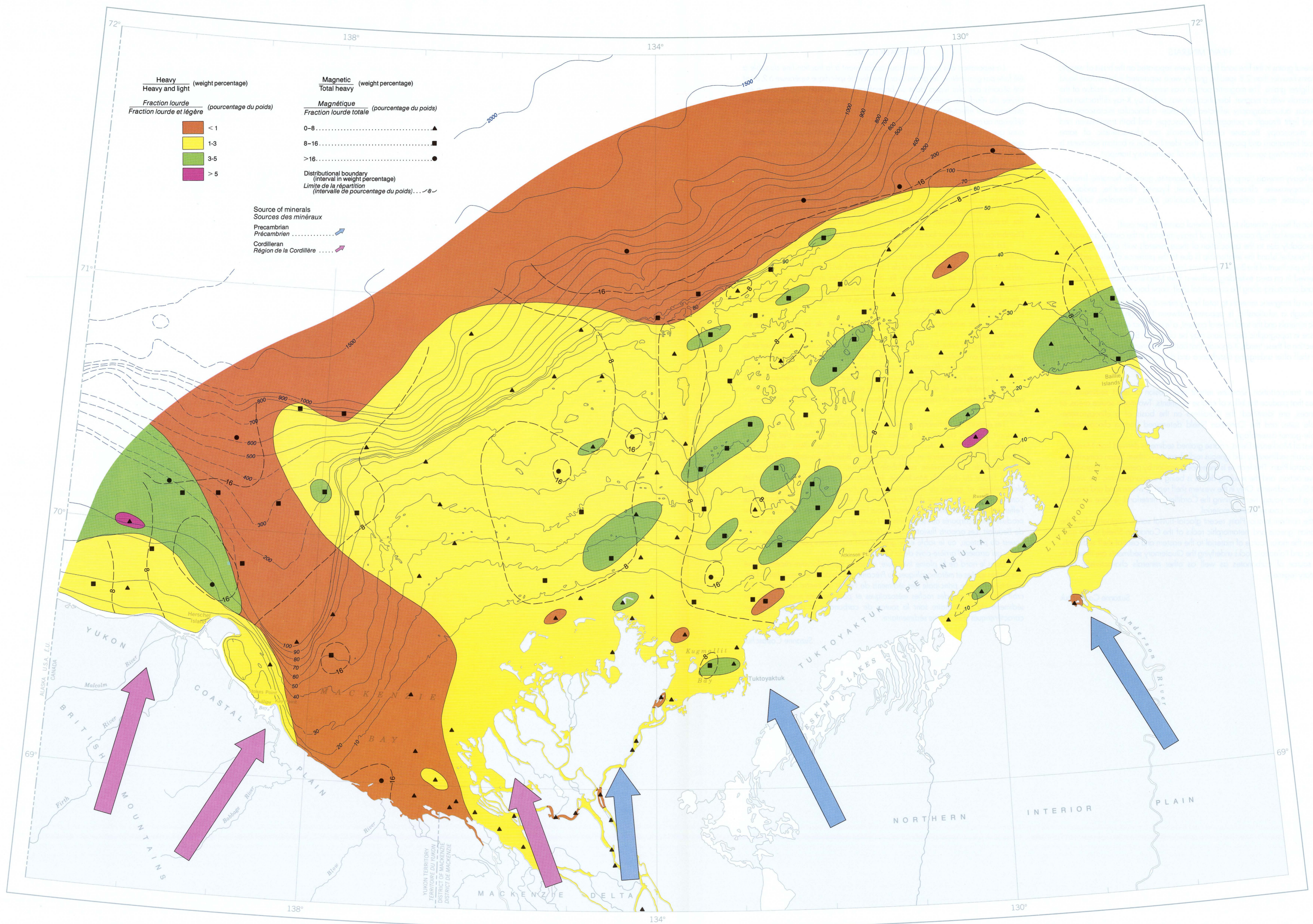
## Sources

Les apports de sédiments grossiers sont principalement dus aux processus du transport fluvial, du recul des lignes de rivage et de l'érosion des sédiments résiduels. On distingue deux sources principales: la Cordillère, d'après une séquence de clinopyroxène et amphibole, et le Bouclier canadien, d'après un assemblage de clinopyroxène, amphibole et grenat.

À l'ouest du delta du Mackenzie, les sédiments grossiers dérivés de roches sédimentaires et ignées du Mésozoïque et du Paléozoïque du nord du Yukon constituent la plaine côtière de l'Arctique. Cette dernière subit une ablation sous l'effet de la dégradation du pergélisol et sous l'action des vagues, et les débris ainsi produits sont incorporés aux sédiments de l'ouest du plateau continental de la mer de Beaufort. Les apports fluviaux de sédiments grossiers ne s'observent que dans l'ouest du plateau, où le sable et le gravier sont transportés par de jeunes cours d'eau qui arrosent l'arrière-pays de la Cordillère.

Dans le nord de la plaine Intérieure, du sable fluvio-glaciaire récent, dérivé des roches ignées et métamorphiques du Précambrien du Bouclier canadien à l'est, constitue la source principale des sédiments de l'est et du centre du plateau. On croit également que des roches mésozoïques et paléozoïques sous-jacentes aux sédiments du Quaternaire sont la source de carbonates et d'autres minéraux caractéristiques d'un régime sédimentaire.

Suzanne Costaschuk



<b>Heavy</b> Heavy and light (weight percentage)	<b>Magnetic</b> Total heavy (weight percentage)
<b>Fraction lourde</b> Fraction lourde et légère (pourcentage du poids)	<b>Magnétique</b> Fraction lourde totale (pourcentage du poids)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #d2691e; border: 1px solid black;"></span> < 1	0-8 ..... ▲
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black;"></span> 1-3	8-16 ..... ■
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> 3-5	>16 ..... ●
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ff69b4; border: 1px solid black;"></span> >5	
	Distributional boundary (interval in weight percentage) Limite de la répartition (intervalle de pourcentage du poids) ..... 8
Source of minerals Sources des minéraux	
Precambrian Précambrien ..... ↗	
Cordilleran Région de la Cordillère ..... ↘	

## DISTRIBUTION OF HEAVY MINERAL SPECIES

## Description and source

- APATITE:** large, elongated, well-rounded grains, that are vitreous and clear with polished smooth surfaces; light coloured apatite is commonly smaller, and grains are equant; colour is dark red to brown generally; most abundant in central and eastern region; source is probably Precambrian Shield.
- CLINOAMPHIBOLE:** large, elongated, angular to well-rounded grains that are rough with dull to polished surfaces; colour is yellowish green to blue green; rather equal distribution in eastern and western regions indicates source is probably in the igneous and metamorphic rocks in the Cordillera and Precambrian Shield.
- CLINOPYROXENE:** large, elongated to equant, angular to well-rounded vitreous to dull grains with rough surfaces; olive grey and colourless; equal distribution in eastern and western regions suggests both Cordillera and Precambrian Shield as sources.
- EPIDOTE:** medium to small, equant, vitreous, well-rounded, polished smooth, and clear; yellow to yellowish green; most common in central and eastern regions; source is probably igneous and high grade metamorphic rocks east and southeast of Beaufort Basin.
- GARNET:** large to small, equant, vitreous, well-rounded, polished smooth, clear grains; greyish pink to reddish brown; abundant on shelf east of Mackenzie Trough; derived from igneous and high grade metamorphic rocks in the Precambrian Shield.
- ANDALUSITE:** small, euhedral grains with conchoidal fracture, and cloudy; colour ranges through orange to pink, to reddish brown, and is included with garnets because of difficulty in identification exclusive of X-ray analysis; absent on western shelf and not widespread in east; source is probably the northern Interior Plain and Precambrian Shield.
- HEMATITE:** medium to small, rounded, fine grained rock fragments; grey to red; widespread occurrence; probably derived from uplifted iron-rich and oxidized Cretaceous sediment on land adjacent to the Beaufort coast and inland.
- ILMENITE:** small equant to elongated grains with metallic lustre; greyish black; minor but widespread occurrence; abundance in eastern region associated with source in metamorphic and igneous rocks in the Precambrian Shield.
- KYANITE:** small, elongated euhedral grains, vitreous and clear; colourless; present in eastern region; source is high grade metamorphic rocks of the Precambrian Shield.

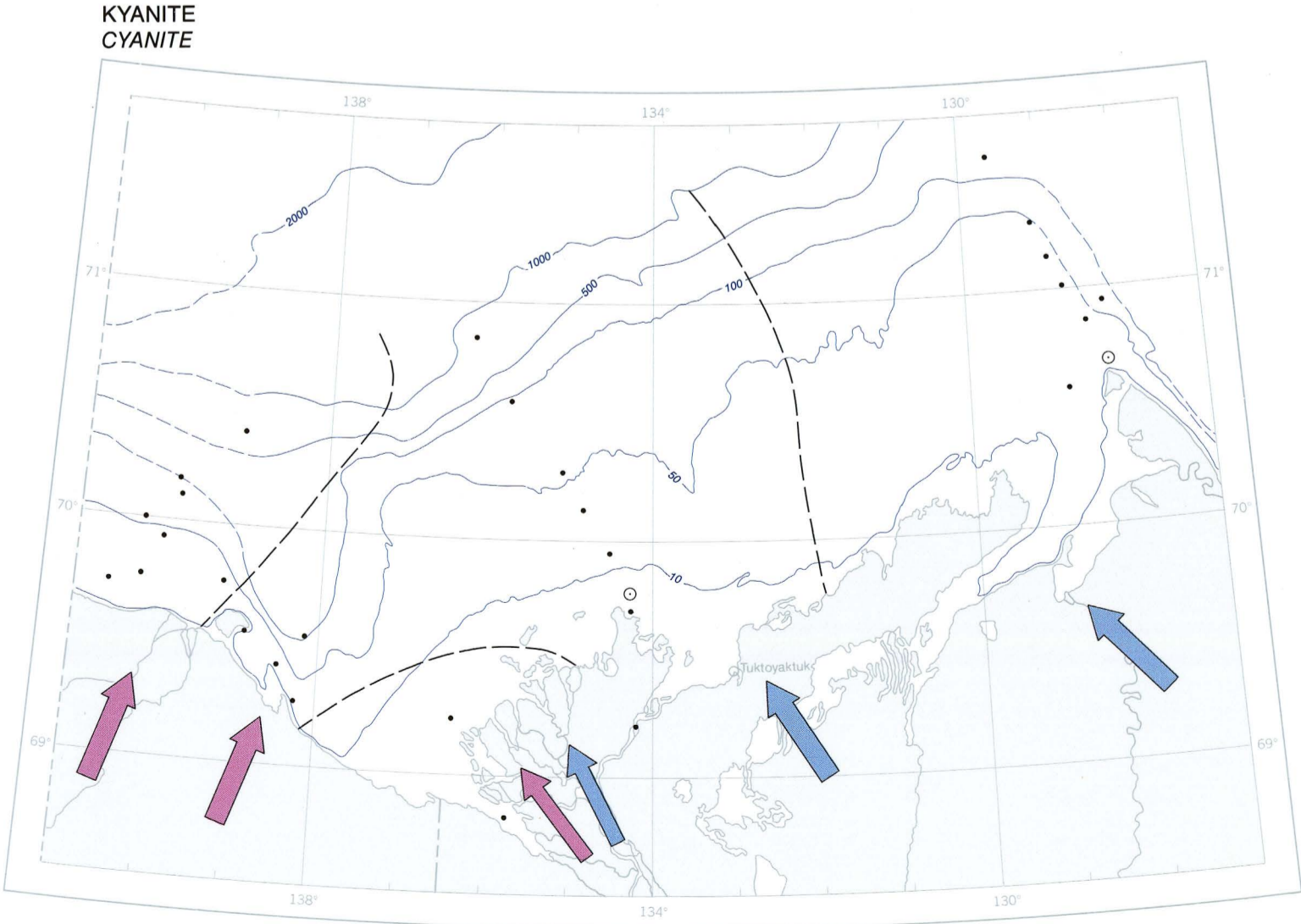
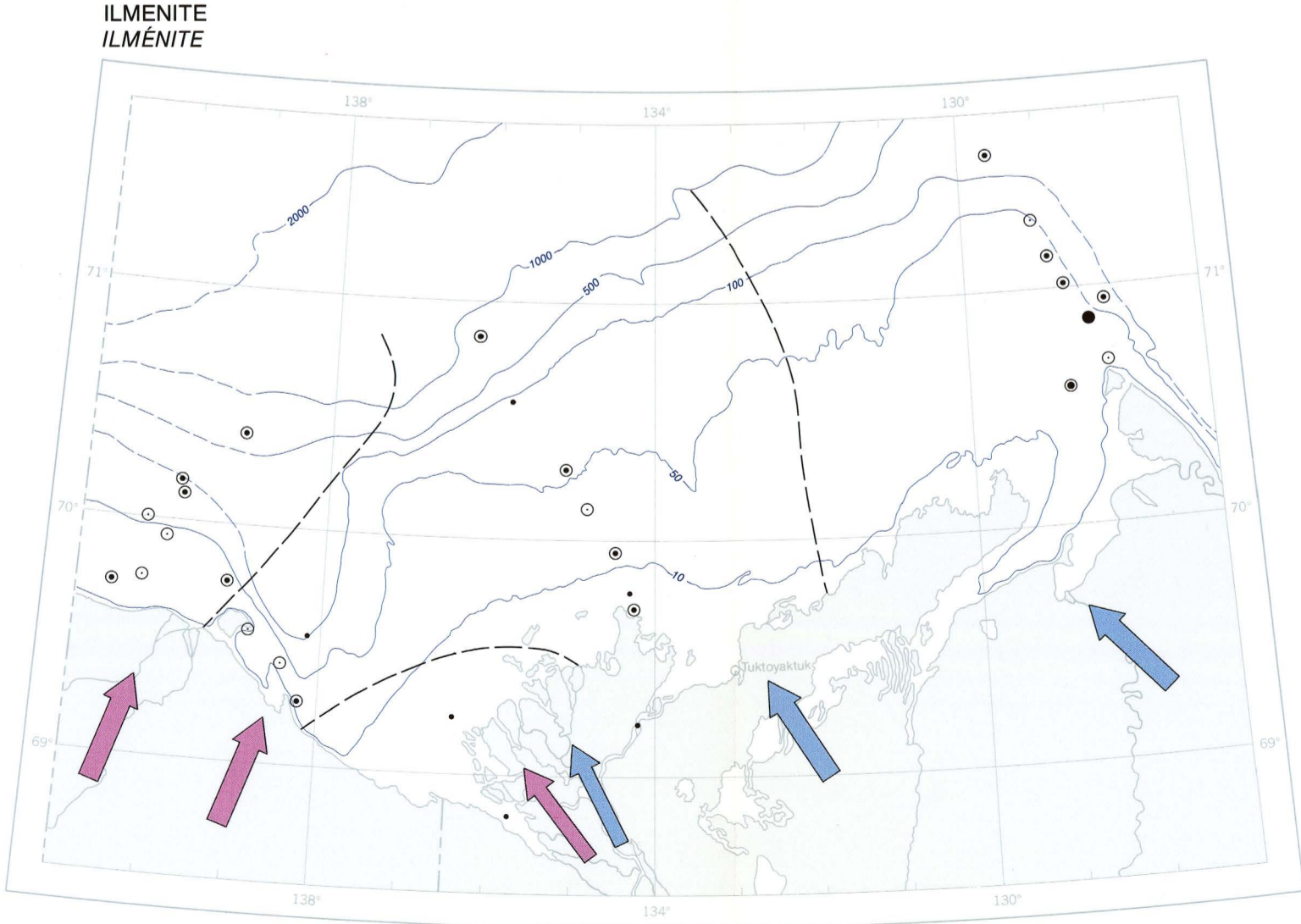
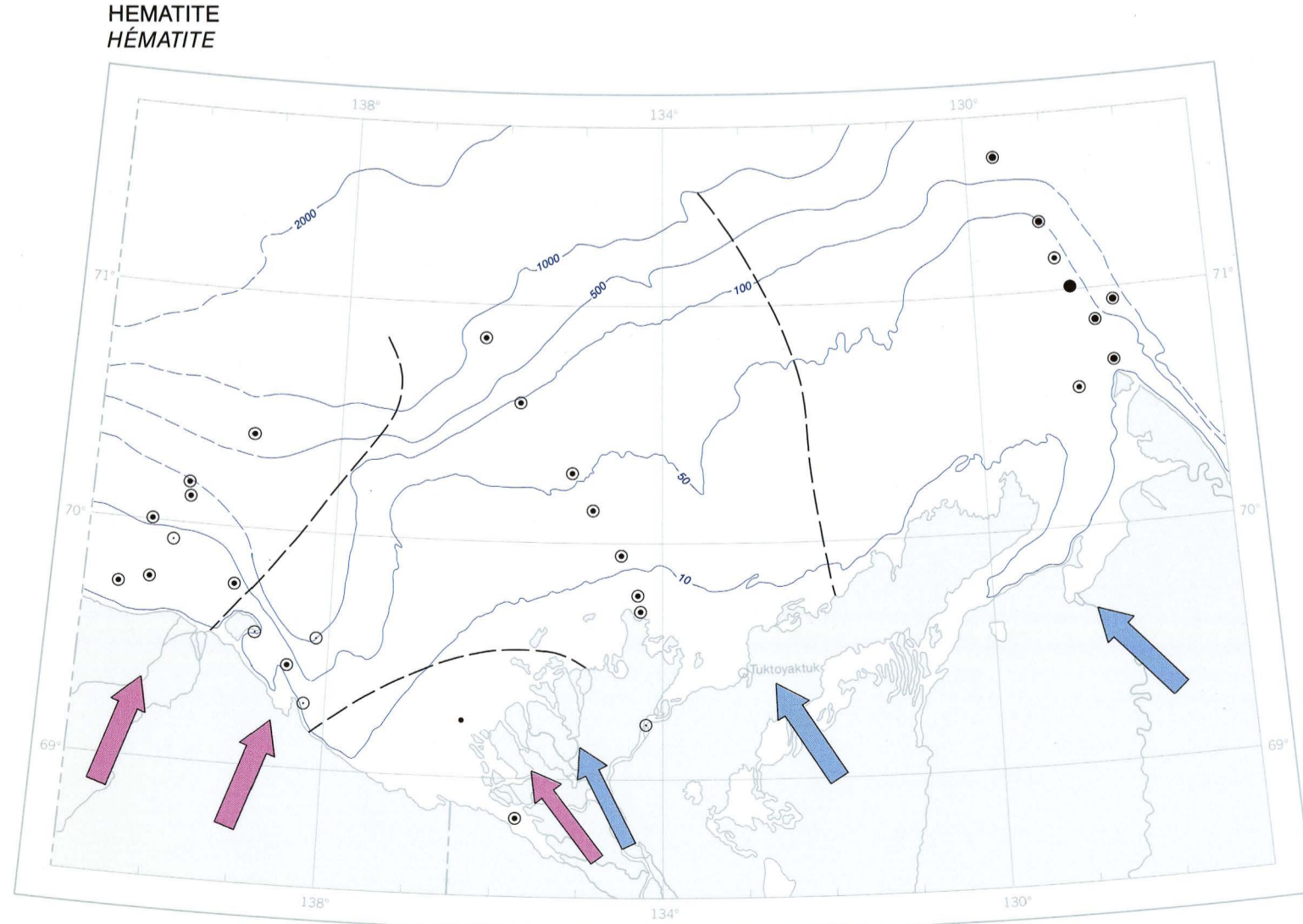
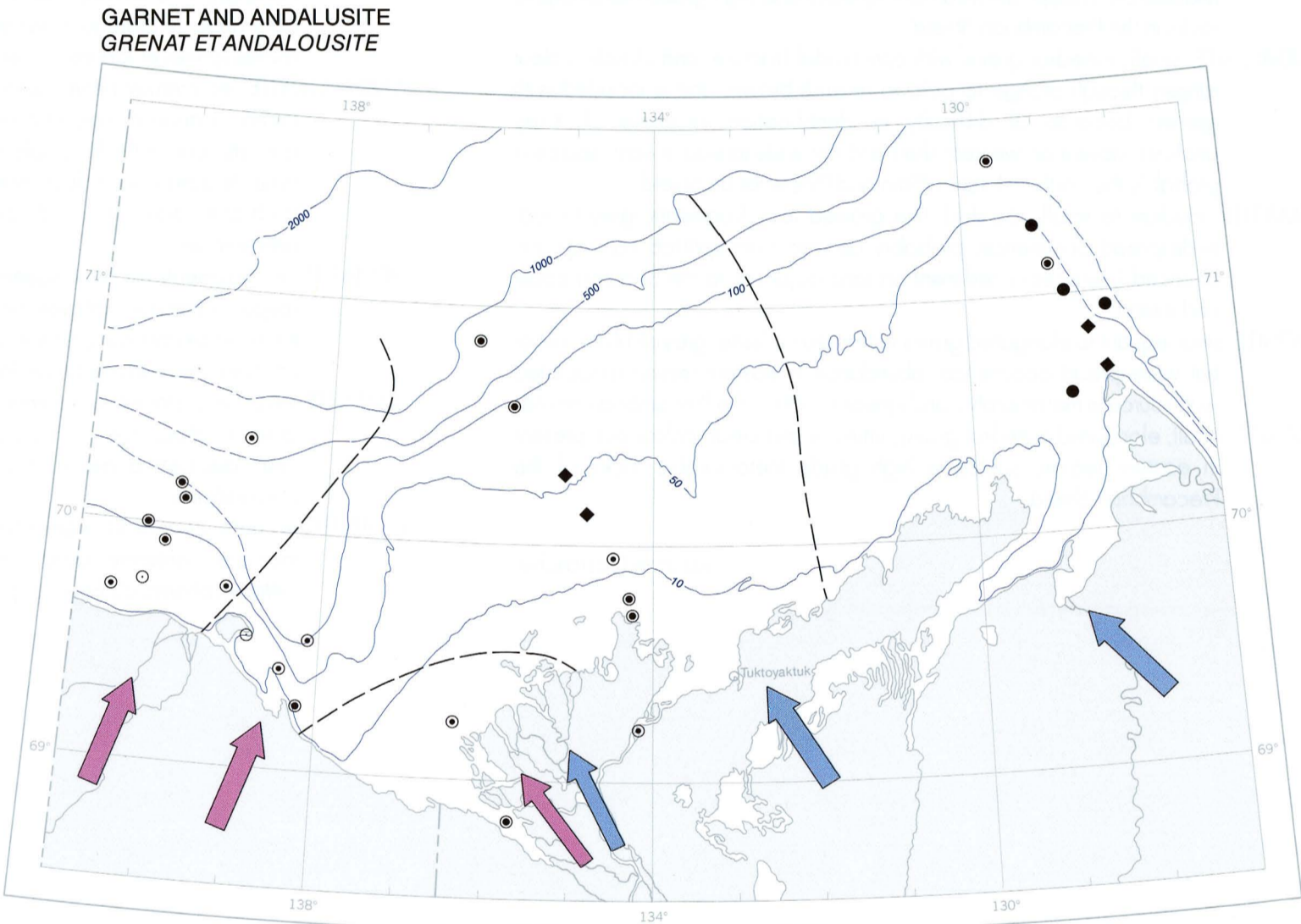
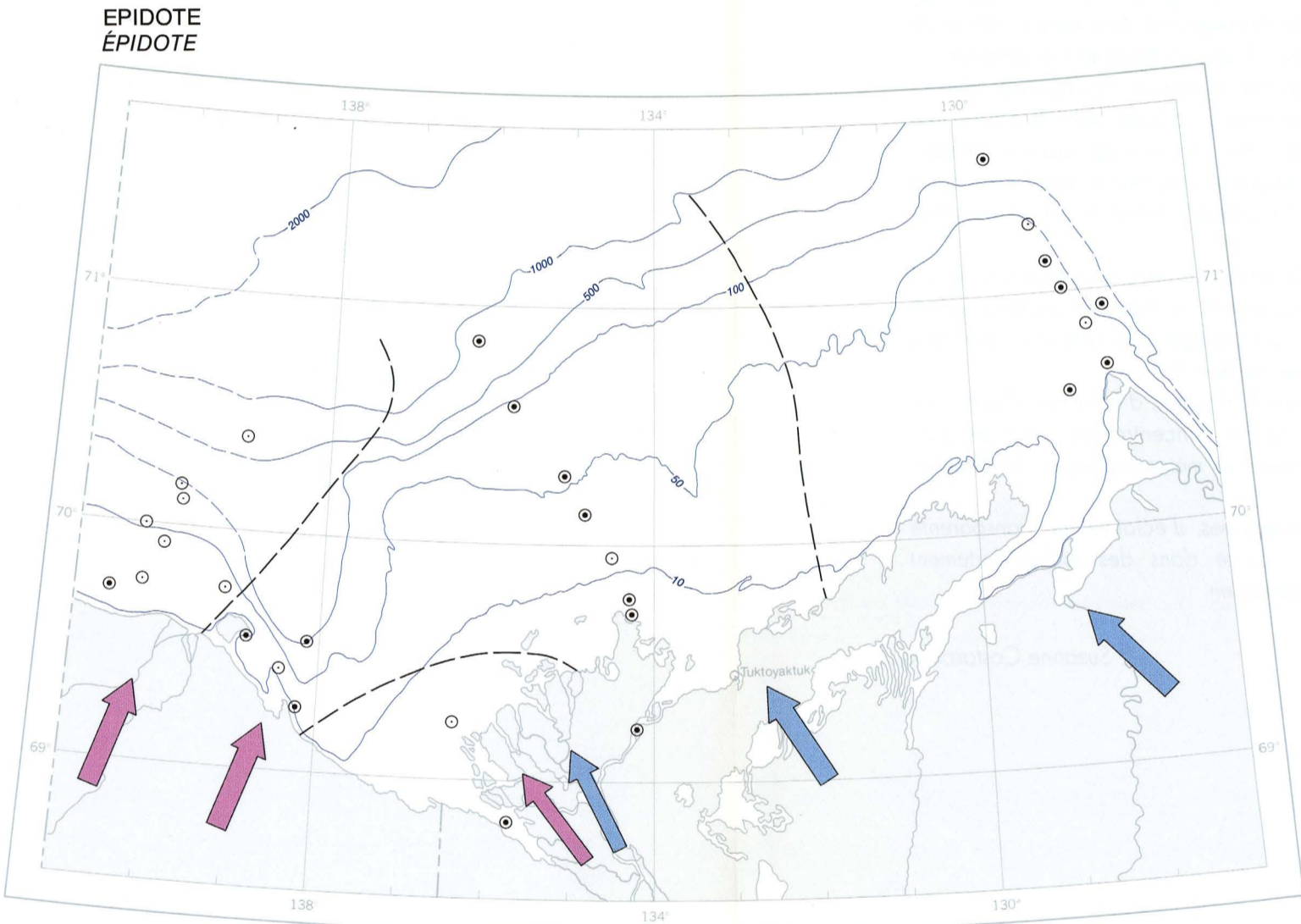
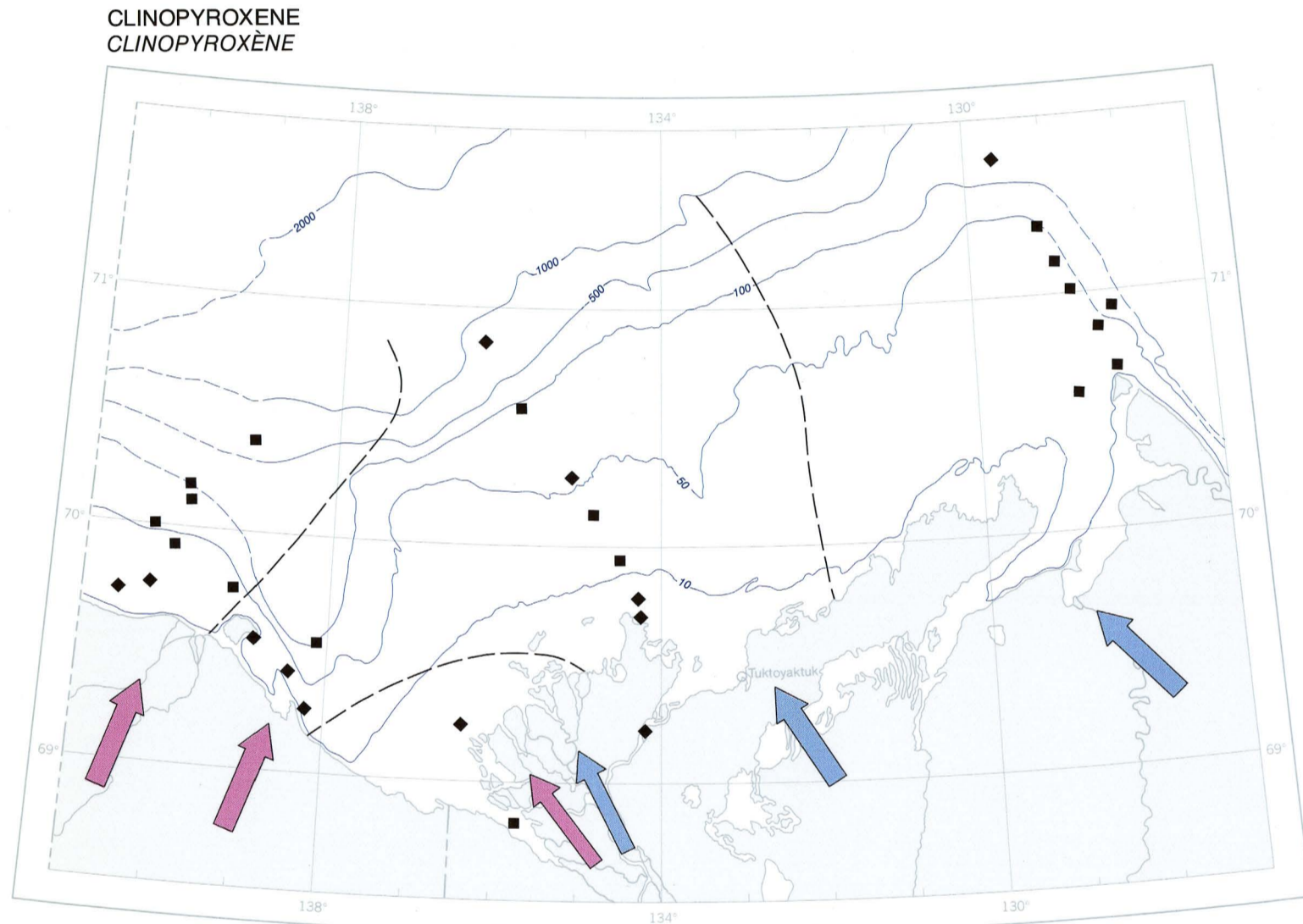
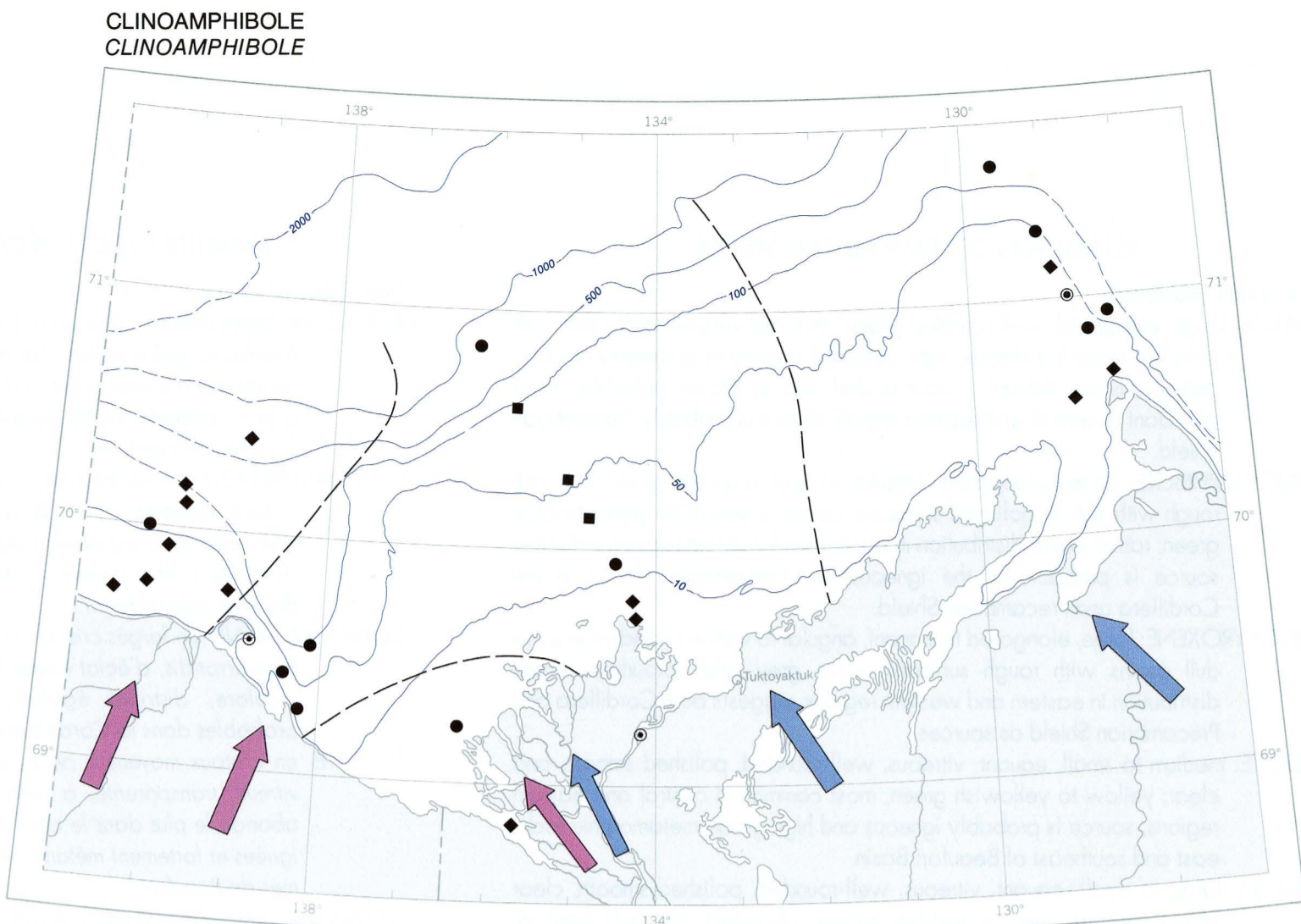
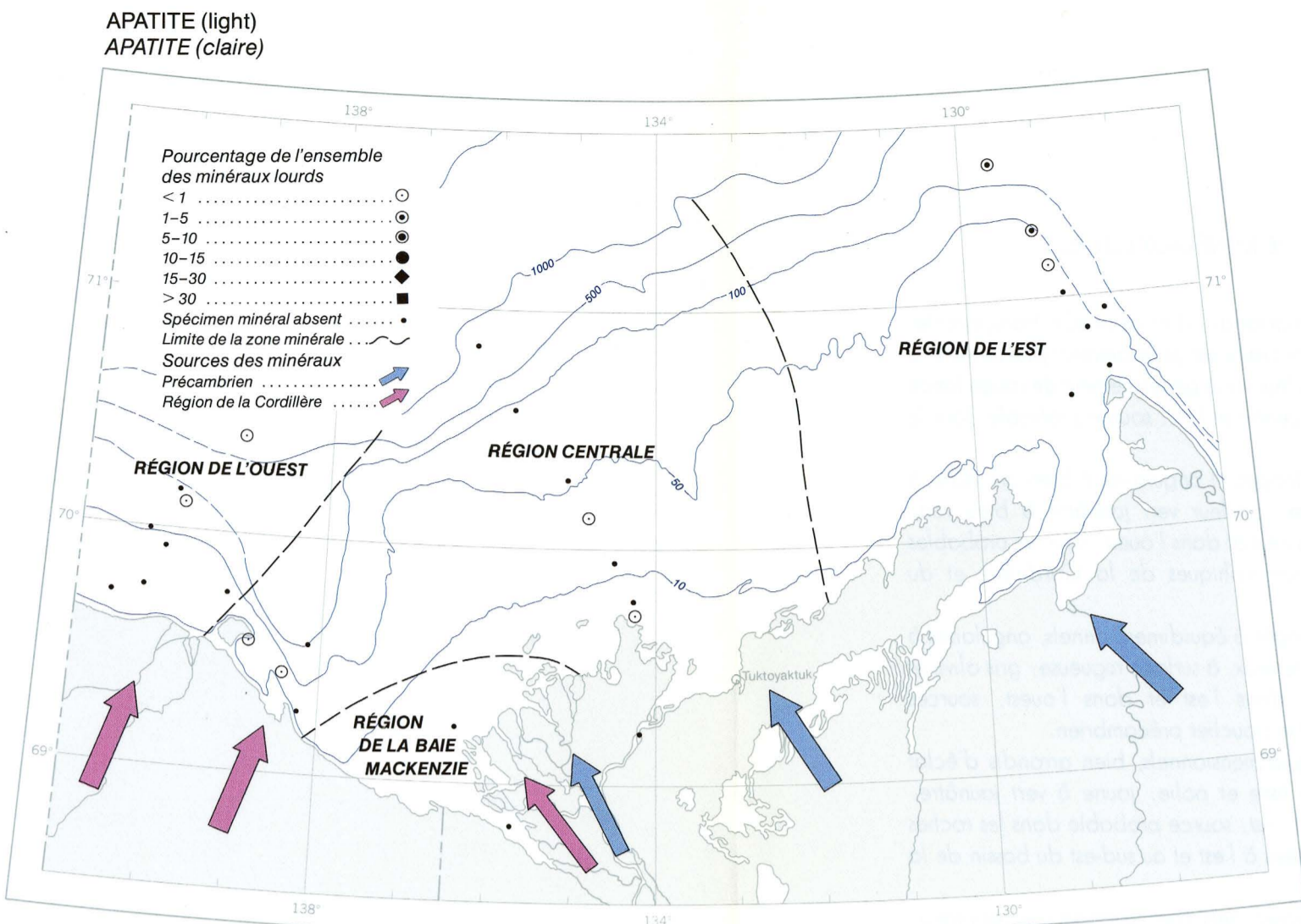
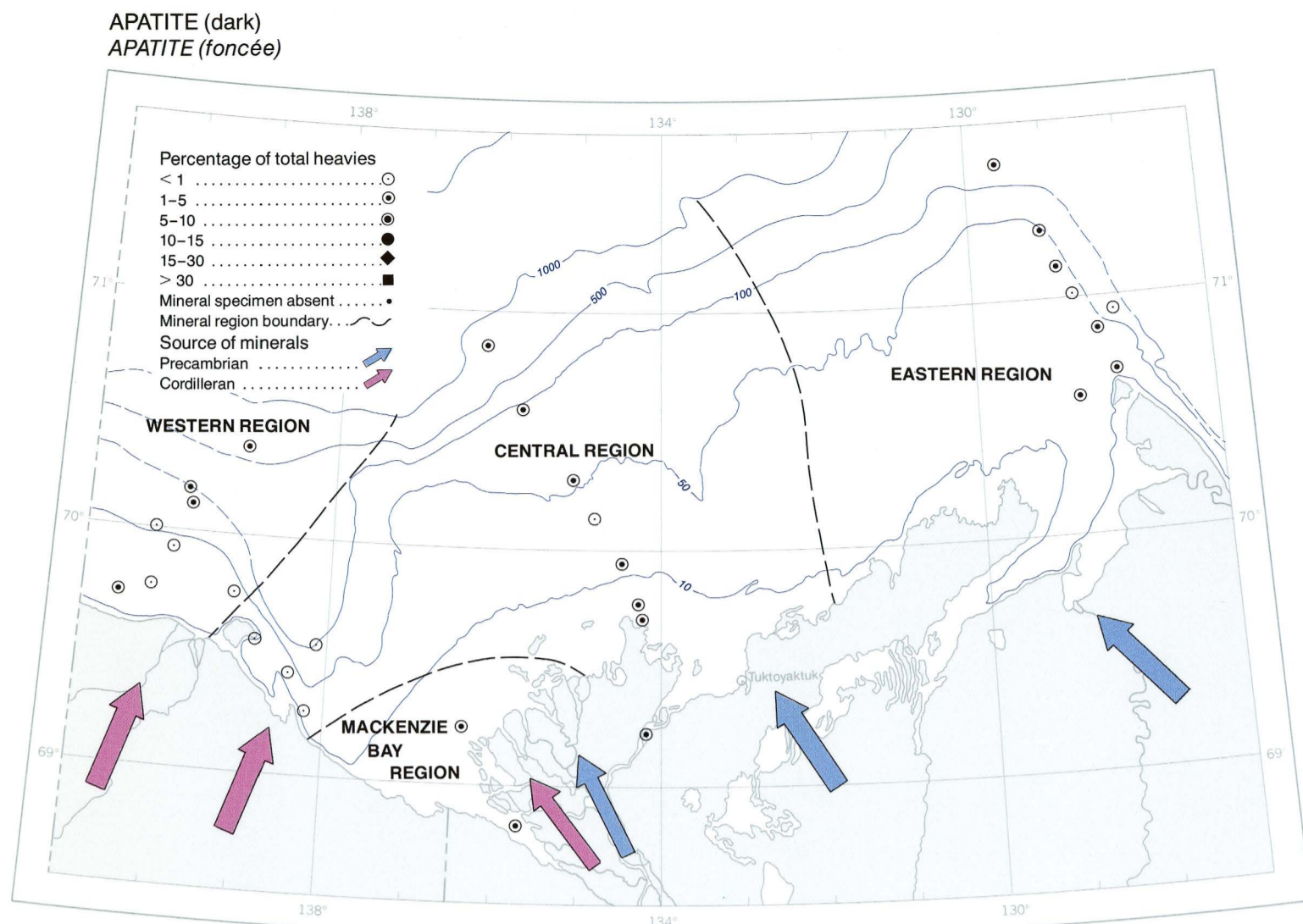
Suzanne Costaschuk

## RÉPARTITION DES ESPÈCES DE MINÉRAUX LOURDS

## Description et source

- APATITE:** en larges cristaux allongés et bien arrondis, d'éclat vitreux, transparente, à surfaces lisses et polies; l'apatite claire est généralement plus petite et à grains équidimensionnels; la couleur varie généralement de rouge foncé à brun; abonde le plus dans le centre et l'est; source probable dans le Bouclier précambrien.
- CLINOAMPHIBOLE:** en larges cristaux allongés et angulaires à bien arrondis, à surface rugueuse, terne à polie; couleur vert jaunâtre à bleu vert; distribuée assez également dans l'est et dans l'ouest; sources probables dans les roches ignées et métamorphiques de la Cordillère et du Bouclier précambrien.
- CLINOPYROXÈNE:** en larges cristaux allongés à équidimensionnels, angulaires à bien arrondis, d'éclat vitreux à terreux, à surface rugueuse; gris olive et incolore; distribué également dans l'est et dans l'ouest; sources probables dans la Cordillère et le Bouclier précambrien.
- ÉPIDOTE:** en cristaux moyens à petits, équidimensionnels, bien arrondis d'éclat vitreux, transparente, à surface lisse et polie; jaune à vert jaunâtre; abonde le plus dans le centre et l'est; source probable dans les roches ignées et fortement métamorphisées à l'est et au sud-est du bassin de la mer de Beaufort.
- GRENAT:** en cristaux gros à petits, équidimensionnels, bien arrondis d'éclat vitreux, transparent, à surface lisse et polie; rose grisâtre à brun rougeâtre; abonde sur le plateau à l'est de la dépression du Mackenzie; dérivé de roches ignées et fortement métamorphisées du Bouclier précambrien.
- ANDALOUSITE:** en cristaux petits, automorphes, à cassure conchoïdale, d'éclat taché; orange à rose, et brun rougeâtre; classée dans le groupe des grenats, car difficile à identifier sans une analyse radiographique; absente dans l'ouest du plateau et pas très répandue dans l'est; source probable dans le nord de la plaine Intérieure et le Bouclier précambrien.
- HÉMATITE:** en fragments rocheux moyens à petits, arrondis, à cristaux fins; gris à rouge; répandue; dérivée probablement de sédiments soulevés, riches en fer et oxydés du Crétacé qui sont contigus à la côte et au domaine continental de la région de la mer de Beaufort.
- ILMÉNITE:** en petits cristaux équidimensionnels à allongés, d'éclat métallique; noir grisâtre; répandue, mais en de faibles concentrations; abonde dans l'est; associée à des roches ignées et métamorphiques du Bouclier précambrien.
- CYANITE:** en petits cristaux allongés et automorphes, d'éclat vitreux, transparente incolore; présente dans l'est; source dans des roches fortement métamorphisées du Bouclier précambrien.

Suzanne Costaschuk



Lambert Conformal Conic Projection.  
 Standard Parallels 68°42' N and 71°30' N.  
 Projection conforme conique de Lambert.  
 Parallèles standards 68°42' N et 71°30' N

## DISTRIBUTION OF HEAVY MINERAL SPECIES

## Description and Source

- LAZULITE:** small anhedral grains with rough surfaces; blue; occurrence is mainly west of Mackenzie Delta; probably originating in the northern Yukon, for example, the Richardson Mountains.
- LIMONITE:** large to small grains with shapes varying from irregular to spherical, commonly polished with smooth or rough surfaces; brown, yellowish brown and dark yellowish orange; abundant, widespread occurrence; derived from weathered soils along the coast.
- MICA:** large broken flakes, bent, some are pseudo-hexagonal; reddish brown, greenish yellow, dark yellowish orange, and light olive grey; widespread over the entire shelf but concentrated somewhat in Mackenzie Bay and east of Herschel Island; impure carbonate rocks and shales of the northern Interior Plain are probably the source.
- PYRITE:** small, equant grains with dull, rough surfaces; medium to dark grey; found in shelf-slope environment; may be derived, or formed locally.
- RUTILE:** small, elongated, prismatic grains with adamantine lustre; the grey variety is well-rounded with dull, rough surfaces; colours are medium light grey, metallic black, and blackish red; occurrences mainly in eastern region and in the coastal areas bordering Mackenzie Delta; possibly derived from plutonic intrusions in the Precambrian Shield.
- SILLIMANITE:** grains are large, elongated, bent, fibrous and aggregated; may be colourless, white, pale green, pale brown, or greenish grey; somewhat common in the central and eastern regions; source is probably the high grade metamorphic rocks southeast of Beaufort Basin in the Precambrian Shield.
- STAUROLITE:** large, elongated euhedral grains, clear and with a vitreous lustre and conchoidal fracture; colour is dark, yellowish orange, and moderate reddish brown; occurrence is widespread but most abundant in the central and eastern regions; source is probably the high grade metamorphic rocks to the southeast in the Precambrian Shield.
- TOURMALINE:** large to small euhedral grains that are well-rounded, vitreous, with clear, polished smooth surfaces; the blue-green variety is lath-like with a conchoidal fracture; colours are greyish olive, olive grey, and bluish green; most common in central and eastern regions; source thought to be pegmatites and plutonic intrusions in the Precambrian Shield.
- ZIRCON:** grains are medium to small, elongated to short prismatic, euhedral to rounded with polished smooth surfaces; may be colourless, pink, reddish purple, pale brown, or orange; occurrence is widespread but is most abundant in the central and eastern regions, source is the plutonic intrusions in the Precambrian Shield.

Suzanne Costaschuk

## RÉPARTITION DES ESPÈCES DE MINÉRAUX LOURDS

## Description et source

- LAZULITE:** en petits cristaux xénomorphes, à surface rugueuse; couleur bleue; présente surtout à l'ouest du delta du Mackenzie; source probable dans le nord du Yukon, comme dans les chaînons Richardson.
- LIMONITE:** en cristaux gros à petits, de forme irrégulière à sphérique, à surface généralement polie, lisse ou rugueuse; brune, brun jaunâtre et orange jaunâtre foncé; abondante et répandue; dérivée de sols altérés le long de la côte.
- MICA:** en grandes lamelles cassées, courbées, dont certaines sont pseudo-hexagonales; brun rougeâtre, jaune verdâtre, orange jaunâtre foncé et gris olive clair; répandu sur tout le plateau mais concentré quelque peu dans la baie Mackenzie et à l'est de l'île Herschel; source probable dans des roches carbonatées impures et schistes argileux du nord de la plaine Intérieure.
- PYRITE:** en petits cristaux équidimensionnels, à surface terne et rugueuse; gris moyen à foncé; se rencontre sur le plateau et le talus continentaux; parfois dérivée, parfois formée dans la région.
- RUTILE:** en petits cristaux allongés et prismatiques, d'éclat adamantin; la variété grise se présente en grains bien arrondis, à surface terne et rugueuse; gris pâle ou intermédiaire, noir métallique et rouge noirâtre; se rencontre surtout dans l'est et dans la région côtière du delta du Mackenzie; source possible dans des intrusions plutoniques du Bouclier précambrien.
- SILLIMANITE:** en larges agrégats fibreux, allongés et courbés; incolore, blanche, vert pâle, brun pâle ou gris verdâtre; répandue dans le centre et l'est; source probable dans les roches fortement métamorphosées situées au sud-est du bassin de la mer de Beaufort, dans le Bouclier précambrien.
- STAUROLITE:** en larges cristaux allongés et automorphes, transparente, à éclat vitreux et à cassure conchoïdale; couleur foncée, orange jaunâtre et brun rougeâtre modéré; répandue mais particulièrement abondante dans le centre et l'est; source probable dans les roches fortement métamorphosées qui se trouvent au sud-est, dans le Bouclier précambrien.
- TOURMALINE:** en cristaux gros à petits, automorphes, bien arrondis, à éclat vitreux, à surface transparente, lisse et polie; la variété turquoise se présente en baguettes à cassure conchoïdale; olive grisâtre, gris olive et vert bleuâtre; abonde le plus dans le centre et l'est; source possible dans des pegmatites et intrusions plutoniques du Bouclier précambrien.
- ZIRCON:** en cristaux moyens à petits, allongés à prismatiques courts, automorphes à arrondis, à surface lisse et polie; incolore, rose, pourpre rougeâtre, brun pâle ou orange; répandu mais particulièrement abondant dans le centre et l'est; source dans les intrusions plutoniques du Bouclier précambrien.

Suzanne Costaschuk



## CLAY MINERAL DISTRIBUTION

Clay minerals were identified and their occurrences mapped in order to present baseline data for environmental, scientific and engineering projects carried out in the Beaufort Sea in conjunction with the development of resources in the area. Seabed samples were crushed to -200 mesh from which slides were made for X-ray diffraction analysis. Four groups of clay minerals were identified, and their abundance was plotted separately in order to study their distributional patterns. These minerals are: montmorillonite, chlorite, kaolinite, and illite.

## Distribution and abundance

**ILLITE:** This mineral is the commonest of the clays in terms of occurrence abundance. Its percentage content ranges between 20 and 70% in the samples, with 95% of them containing between 40 and 65% illite. Greatest concentration of illite is adjacent to Mackenzie Delta, which is due to the original abundance of the mineral and its immediate flocculation from suspension upon discharge from Mackenzie River into the sea. From here it appears to follow a detrital pattern.

**KAOLINITE:** This mineral is common everywhere over the shelf, but in moderate amounts varying to 40%. However, 95% of all samples contain 10 to 35% of this mineral. Its greatest concentrations are offshore from Mackenzie Delta and Tuktoyaktuk Peninsula, suggesting a somewhat greater dispersal range from the delta than that shown by the distribution pattern of illite. Distinct trends of intermediate abundance cross the shelf off Mackenzie Delta, Kugmallit Bay, and the eastern end of Tuktoyaktuk Peninsula.

**CHLORITE:** Chlorite is next in widespread occurrence but is less abundant in samples than either kaolinite or illite. Its range in percentage content of the sample is from 10 to 35%, with 95% of all samples containing between 10 and 25%. The greatest concentration of chlorite lies at the eastern end of Tuktoyaktuk Peninsula, but trends of intermediate abundance extend across the shelf in the areas off Mackenzie, Kugmallit and Liverpool bays.

**MONTMORILLONITE:** This is the least common and least widespread of the four clay minerals. Its range in terms of percentage content of the sample is 0 to 50% but, for 95% of all samples, this range is 0 to 20%. Montmorillonite is generally absent in the eastern channel of Mackenzie Delta, and its greatest concentration is in the northeastern corner of the Beaufort Shelf. Occurrences of intermediate abundance characterize the areas off Mackenzie and Kugmallit bays, but the pattern is less distinct than for chlorite and kaolinite, and does not resemble the detrital distribution pattern of illite.

## Sediment transport

Terrestrially derived clay sediments are flocculated upon discharge at the mouth of Mackenzie River, as well as other rivers to the west. The heavier floccules may be deposited around the delta and along the Yukon and Tuktoyaktuk coasts. Some clays, such as those containing the lighter minerals, may concentrate farther from their river source. For example, greatest concentration of chlorite is farther from the delta in a down-current direction than is illite and kaolinite. The same relationship holds for the other minerals based partly on their highest concentration from their fluvial source, in a down-current direction. This phenomenon is partly based on the hydrodynamic model of the sediment dispersal pattern. This trend, characterized by the distribution of illite, is similar to that of detrital sedimentation and that observed in the distribution of heavy minerals generally.

Another depositional trend is apparent, which may be related to older sediments obtained by the bottom sampler. This trend comprises intermediate abundances of the clay minerals, particularly kaolinite and chlorite, and crosses the shelf in areas coinciding with, or adjacent to topographic depressions that lie offshore from Mackenzie, Kugmallit, and Liverpool bays. A comparison of the trends of percentage of magnetic minerals to the total heavy mineral residue reveals a similar pattern, and perhaps a similar origin.

A third dispersal pattern is evident in the distribution of montmorillonite. Here the pattern is similar to a suspension pattern exemplified in the dispersal of the sediment plume emanating from Mackenzie Delta, as observed in satellite imagery.

B.R. Pelletier

## RÉPARTITION DES MINÉRAUX ARGILEUX

Il s'est agi d'identifier les minéraux argileux et de représenter leur fréquence sur une carte, afin de fournir des données de référence aux environnementalistes, aux scientifiques et aux ingénieurs chargés de travaux dans la mer de Beaufort dans le cadre de la mise en valeur des ressources de cette région. Des échantillons du fond marin ont été broyés jusqu'à ce qu'ils puissent traverser un treillis de 200 mailles au pouce; des lamelles en ont été tirées, en vue d'une analyse par diffraction des rayons X. L'analyse a permis d'identifier quatre groupes de minéraux argileux, à savoir la montmorillonite, la chlorite, la kaolinite et l'illite. Afin d'en étudier la répartition, on a tracé, pour chacun, une courbe d'abondance.

## Répartition et abondance

**ILLITE:** Ce minéral est le plus abondant des groupes d'argiles reconnus. Il représente entre 20 et 70% de la teneur totale des échantillons, et 95% des échantillons en contiennent de 40 à 65%. La plus forte concentration d'illite se rencontre au voisinage du delta du Mackenzie, phénomène attribuable au fait que le minéral est déjà abondant au départ et aussi au fait qu'au débouché du fleuve Mackenzie, ses particules se mettent immédiatement à flocculer. À partir de ce point, les apports d'illite semblent obéir à un mode détritique.

**KAOLINITE:** Ce minéral est présent partout sur le plateau, mais en concentrations modérées qui atteignent 40%. Néanmoins, 95% de tous les échantillons en renferment entre 10 et 35%. Les plus fortes concentrations se trouvent au large du delta du Mackenzie et de la péninsule de Tuktoyaktuk; la kaolinite semble donc avoir, à partir du delta, une aire de dispersion un peu plus large que celle de l'illite. Des axes de concentrations intermédiaires s'observent sur le plateau perpendiculairement à la côte, au large du delta du Mackenzie, de la baie Kugmallit et de l'extrémité est de la péninsule de Tuktoyaktuk.

**CHLORITE:** La chlorite est répandue elle aussi, mais elle abonde moins dans les échantillons que la kaolinite ou l'illite. Elle représente de 10 à 35% de la teneur des échantillons, et 95% des échantillons en contiennent entre 10 et 25%. Les plus fortes concentrations de chlorite s'observent à l'extrémité est de la péninsule de Tuktoyaktuk, mais on rencontre aussi sur le plateau des axes de concentrations intermédiaires qui s'alignent perpendiculairement à la côte, au large des baies Mackenzie, Kugmallit et Liverpool.

**MONTMORILLONITE:** Il s'agit du minéral le moins commun et aussi le moins répandu des quatre minéraux argileux. Sa concentration dans les échantillons varie entre 0 et 50%, mais elle se situe entre 0 et 20% dans 95% des échantillons. Généralement absente dans le chenal est du delta du Mackenzie, elle présente une concentration maximale dans le coin nord-est du plateau de la mer de Beaufort. On en trouve aussi des concentrations intermédiaires au large des baies Mackenzie et Kugmallit mais leur répartition est moins nette que pour la chlorite et la kaolinite et ne ressemble pas du tout à l'apport de nature détritique qui caractérise l'illite.

## Transport des sédiments

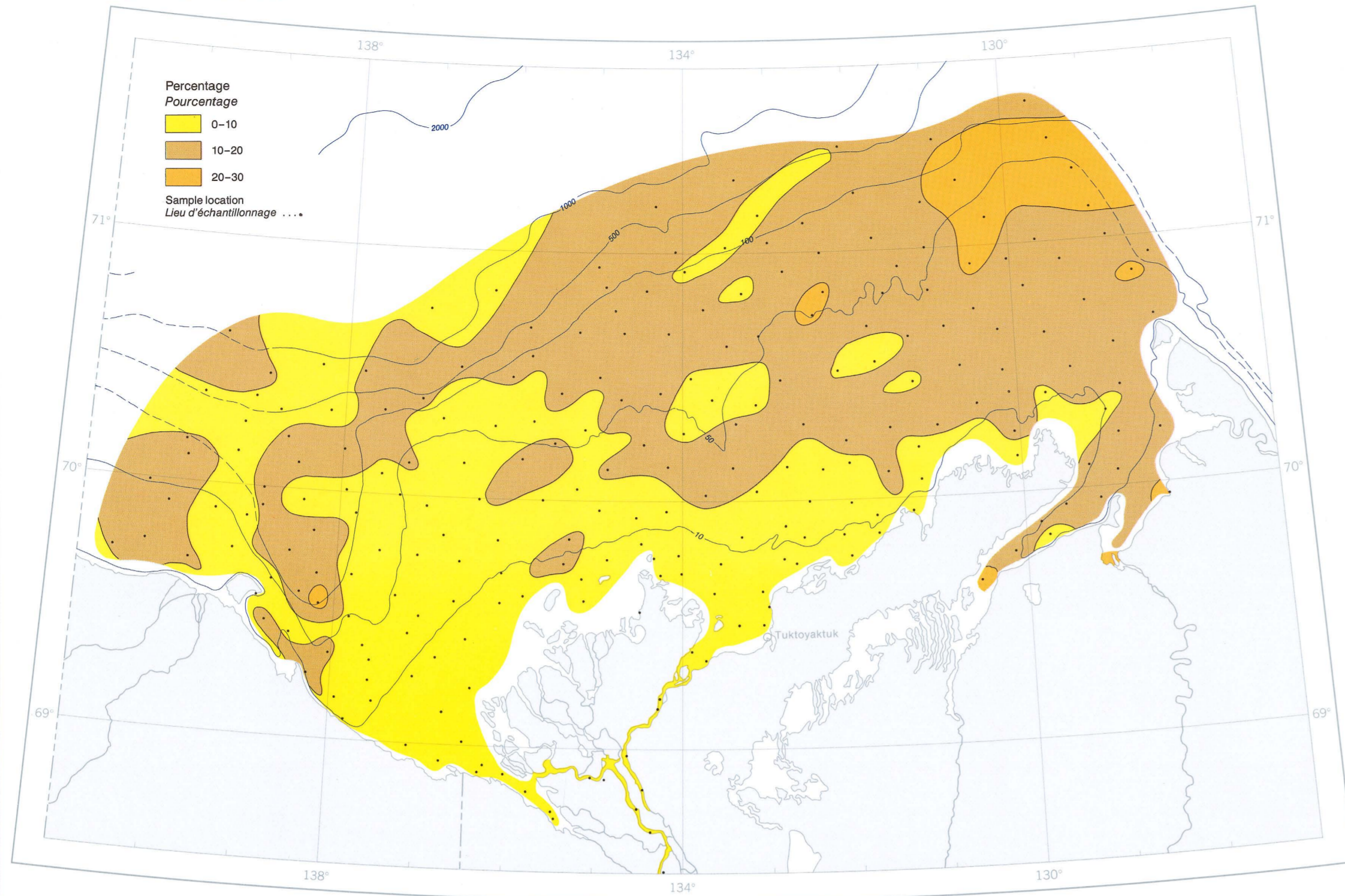
Les sédiments argileux d'origine terrestre se mettent à flocculer au débouché du fleuve Mackenzie et à la sortie d'autres rivières situées à l'ouest. Les flocons les plus lourds peuvent se déposer autour du delta et sur les côtes du Yukon et de la péninsule de Tuktoyaktuk. Certaines argiles, comme celles qui renferment les minéraux les plus légers, peuvent se concentrer loin des cours d'eau qui les ont déchargées. Par exemple, les plus fortes concentrations de chlorite se trouvent, par rapport à l'illite et à la kaolinite, plus éloignées du delta en aval du courant. On observe une situation analogue dans le cas des autres minéraux, partiellement en fonction de leur plus forte concentration à partir de leur source fluviale, en direction aval du courant. Ce phénomène peut être décrit en partie par le modèle hydrodynamique de la dispersion des sédiments. Ce mode de dispersion, dont l'illite est caractéristique, ressemble à la sédimentation détritique et à celui que l'on observe en général dans le processus de sédimentation des minéraux lourds.

On distingue un mode de sédimentation que l'on peut associer à des sédiments plus anciens extraits du fond marin à l'aide de l'appareil de prélèvement d'échantillons. Il englobe les concentrations intermédiaires de minéraux argileux, en particulier la kaolinite et la chlorite, et s'étend perpendiculairement à la côte à l'intérieur ou au voisinage des dépressions topographiques qui entaillent le fond marin au large des baies Mackenzie, Kugmallit et Liverpool. Une comparaison des variations du rapport des minéraux magnétiques au résidu total de minéraux lourds révèle une distribution analogue, et peut-être une origine semblable.

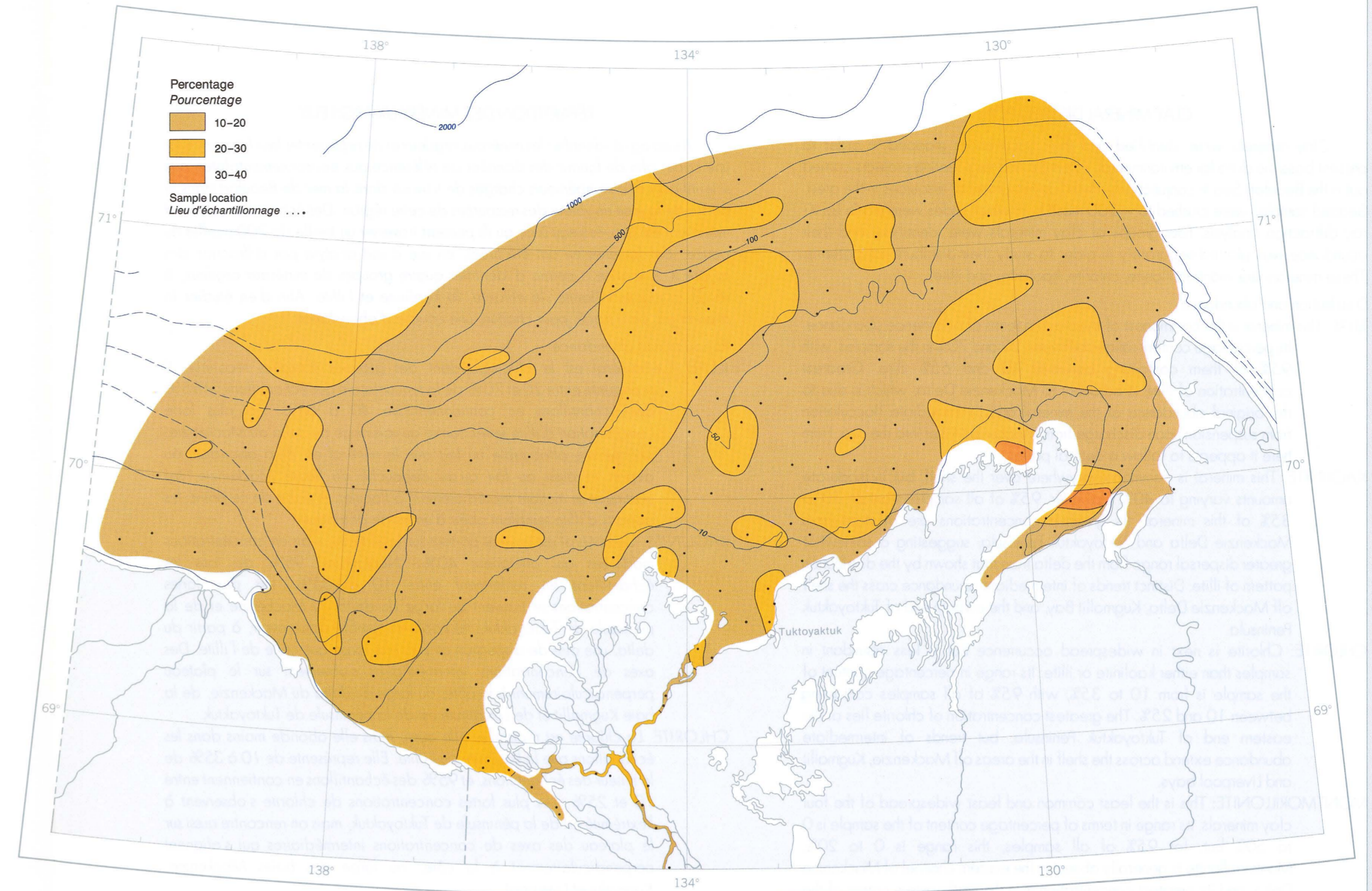
Il existe un troisième type de dispersion, représenté cette fois-ci par la montmorillonite. Il est comparable à une sédimentation par suspension, phénomène qu'illustre de façon excellente la dispersion de la traînée de sédiments visible à l'embouchure du delta du Mackenzie, ainsi qu'en témoignent les images prises par satellite.

B.R. Pelletier

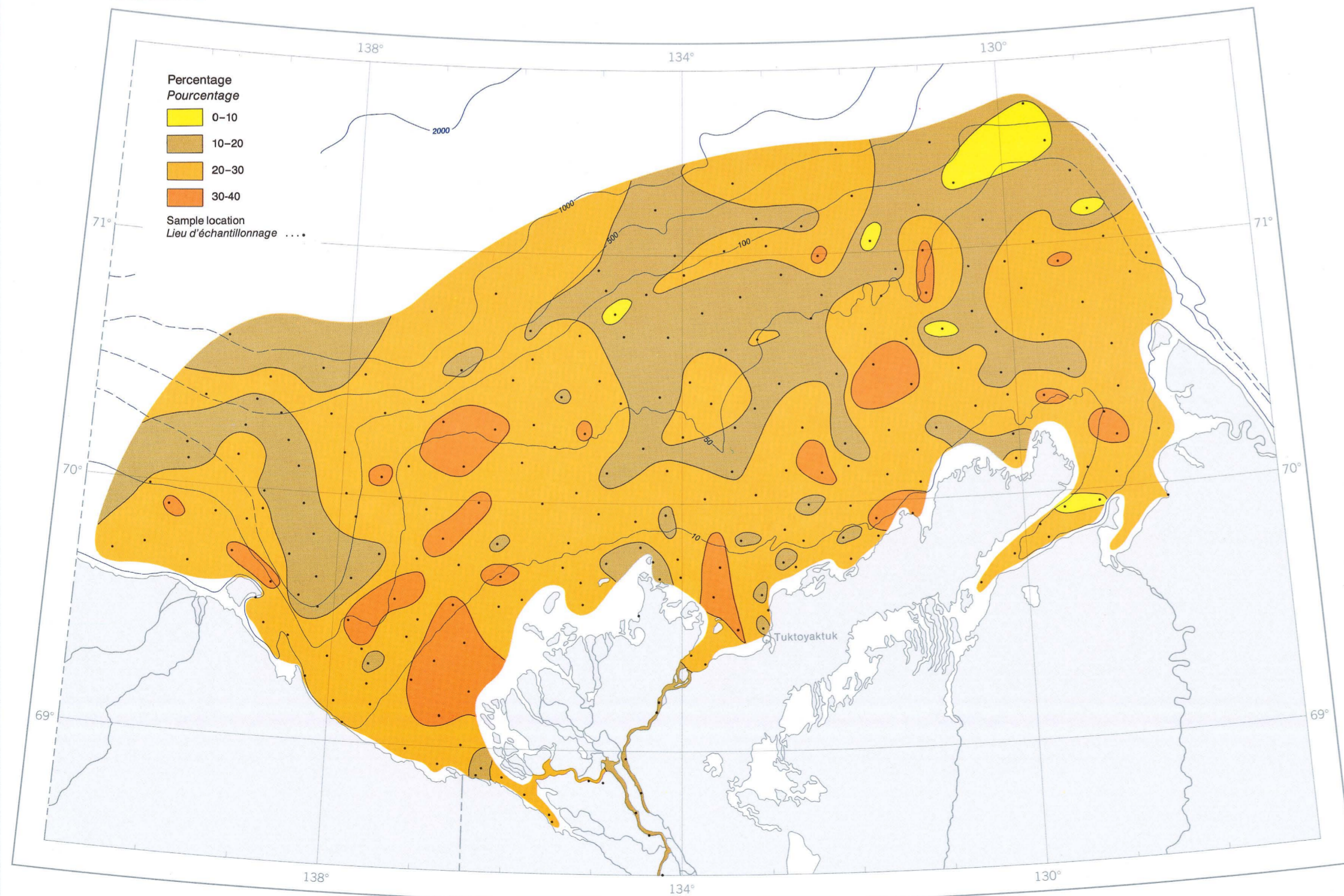
MONTMORILLONITE  
 MONTMORILLONITE



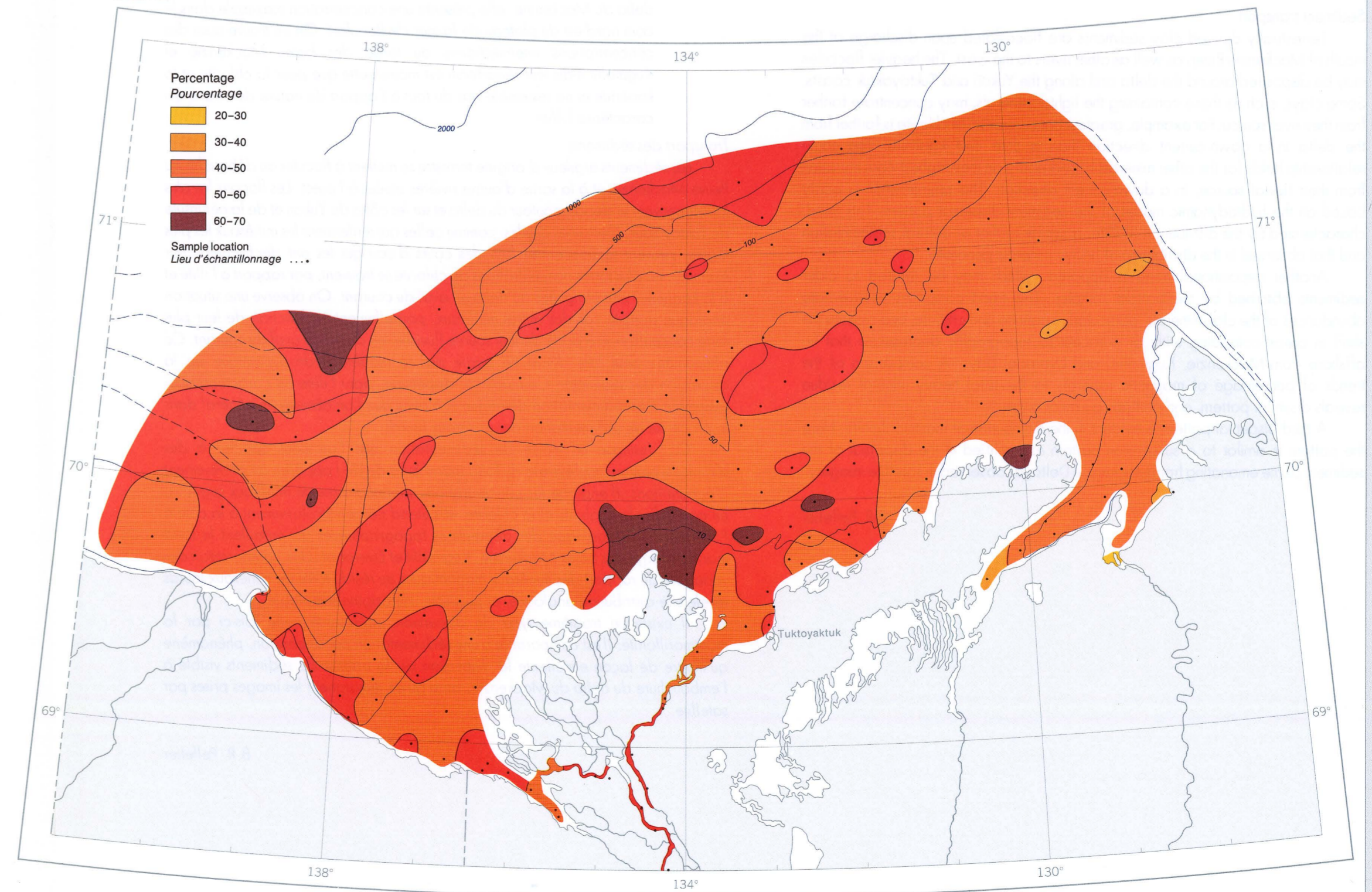
CHLORITE  
 CHLORITE



KAOLINITE  
 KAOLINITE



ILLITE  
 ILLITE





## PHOTOMICROGRAPHS OF MINERALS SPECIES

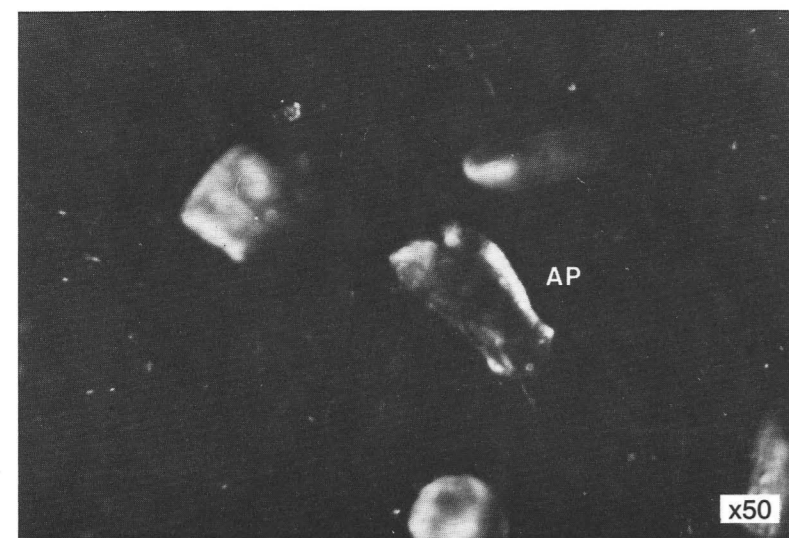
The first three rows of micrographs were made with the use of the optical microscope, and the bottom row with the aid of the scanning electron microscope. Magnification (X) is given in each figure caption. All species illustrated are from the Beaufort Sea, and the major minerals are identified by letters on several micrographs.

Optical micrography (figs. a-o): Suzanne Costaschuk  
Scanning electron micrography (figs p-t): D.A. Walker

## PHOTOMICROGRAPHIES DES ESPÈCES MINÉRALES

*Les micrographies des trois premières rangées ont été prises à l'aide du microscope optique, et celles de la dernière rangée au moyen du microscope électronique à balayage. Le facteur de grossissement (X) est indiqué dans la légende de chaque figure. Toutes les espèces illustrées ici proviennent de la mer de Beaufort. Sur plusieurs photomicrographies, les principaux minéraux sont identifiés par des lettres.*

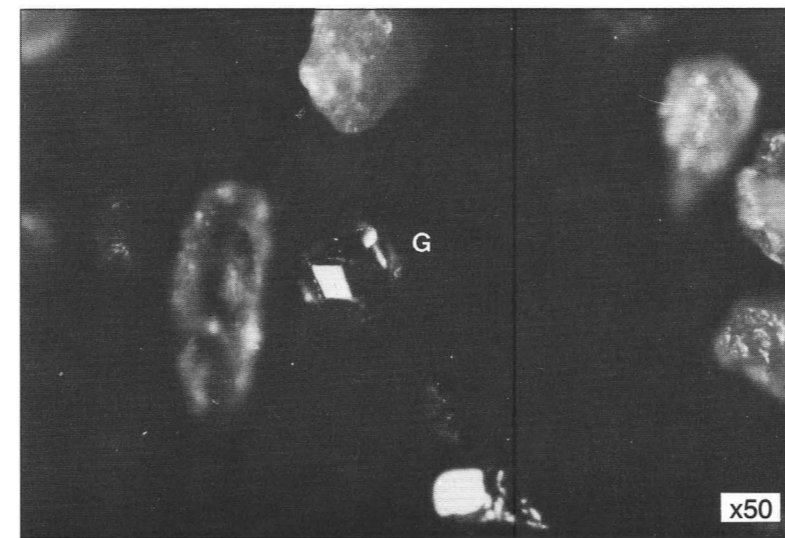
*Photomicrographie optique (figs a-o): Suzanne Costaschuk  
Photomicrographie électronique à balayage (figs p-t): D.A. Walker*



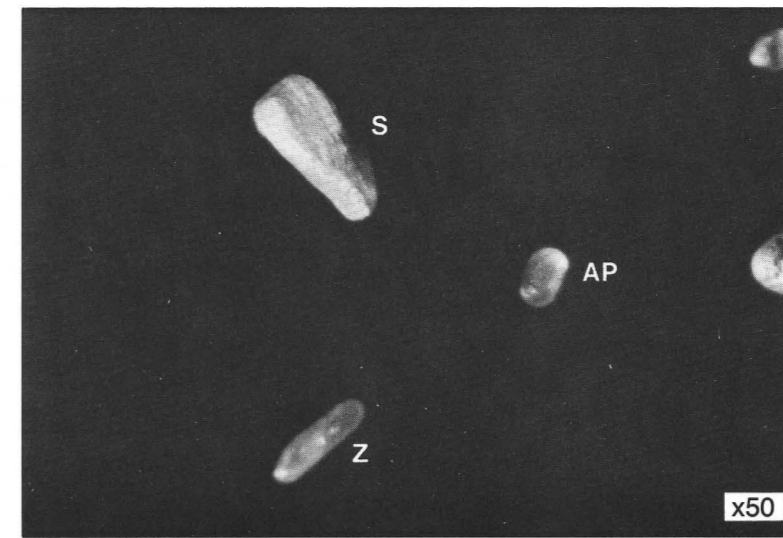
(a) APATITE (AP)  
 (a) APATITE (AP)



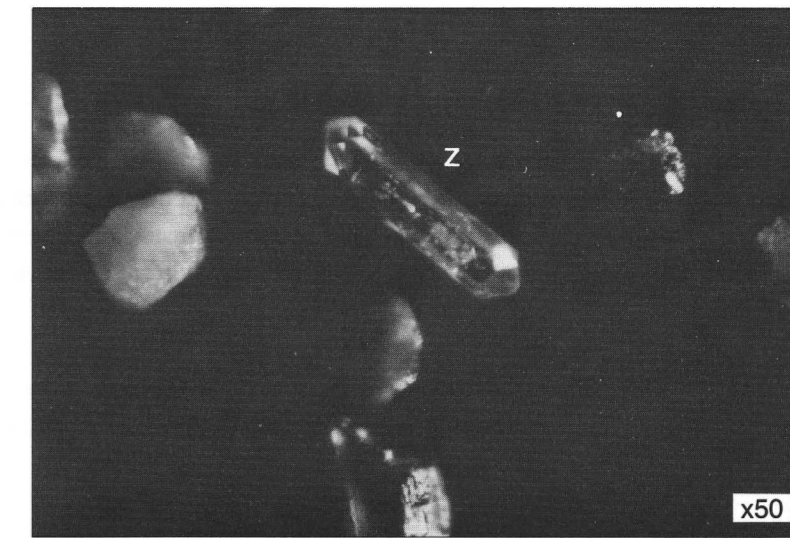
(b) KYANITE (K)  
 (b) CYANITE (K)



(c) GARNET (G)  
 (c) GRENAT (G)



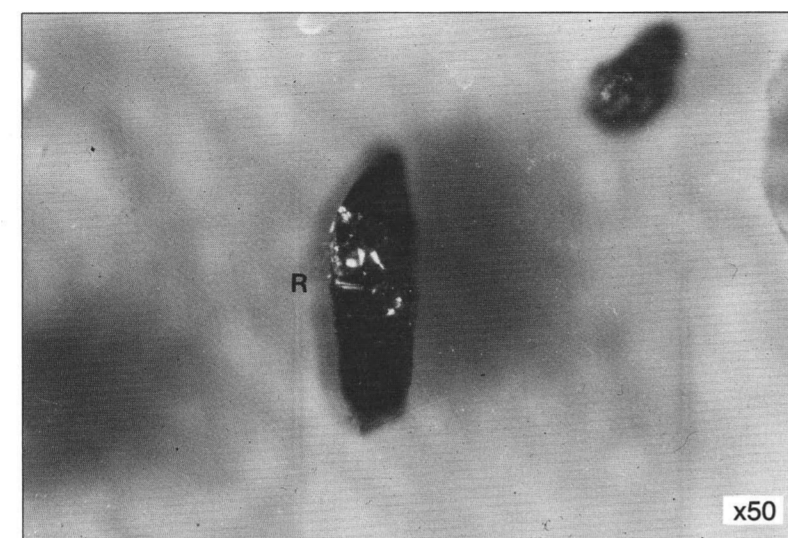
(d) SILLIMANITE (S), APATITE (AP), ZIRCON (Z)  
 (d) SILLIMANITE (S), APATITE (AP), ZIRCON (Z)



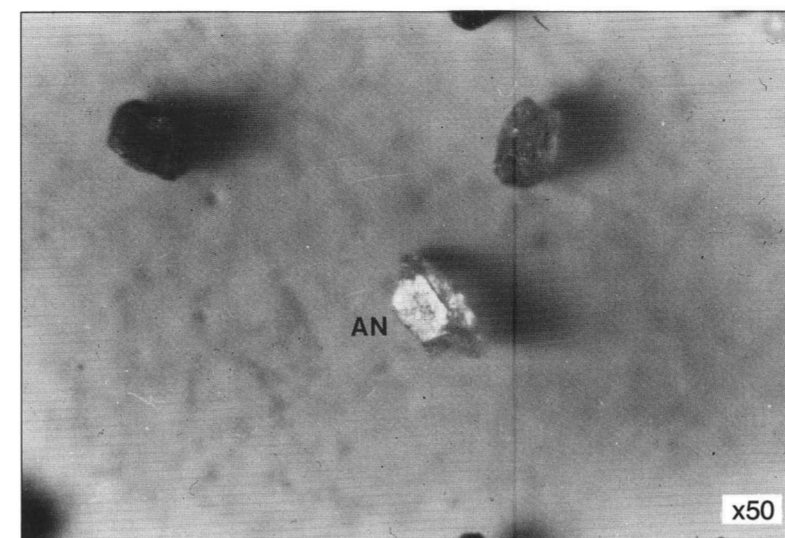
(e) ZIRCON (Z)  
 (e) ZIRCON (Z)



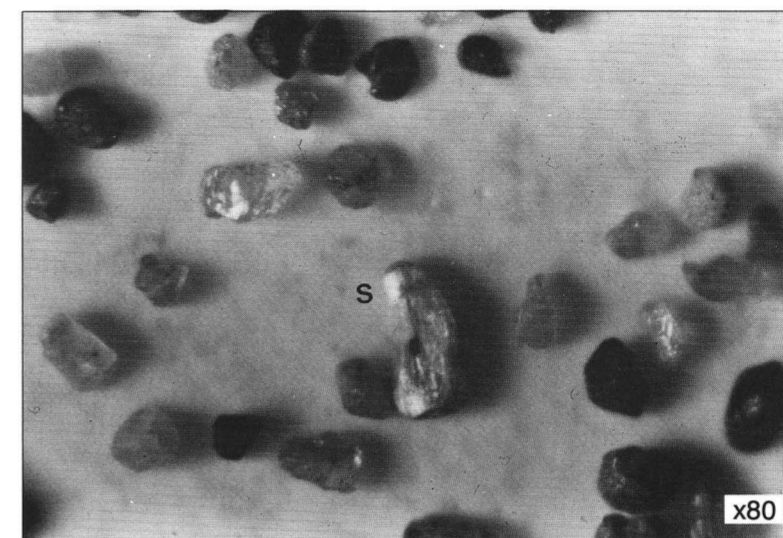
(f) ZIRCON (Z)  
 (f) ZIRCON (Z)



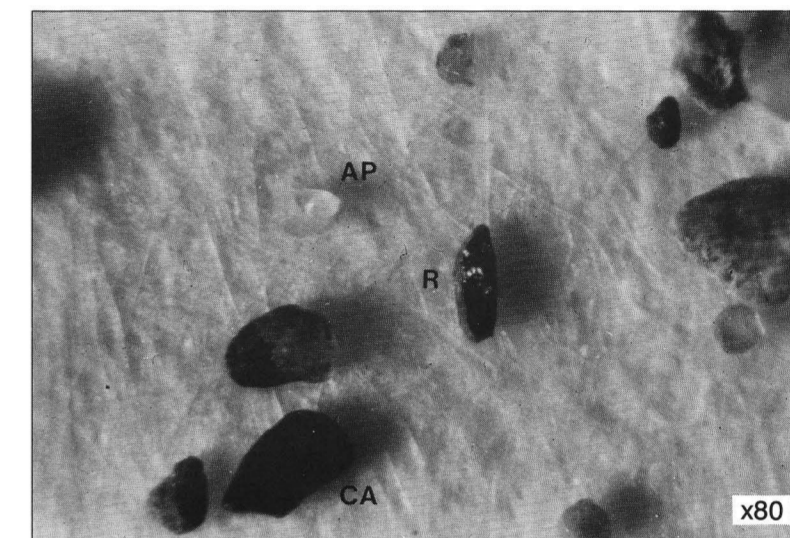
(g) RUTILE (R)  
 (g) RUTILE (R)



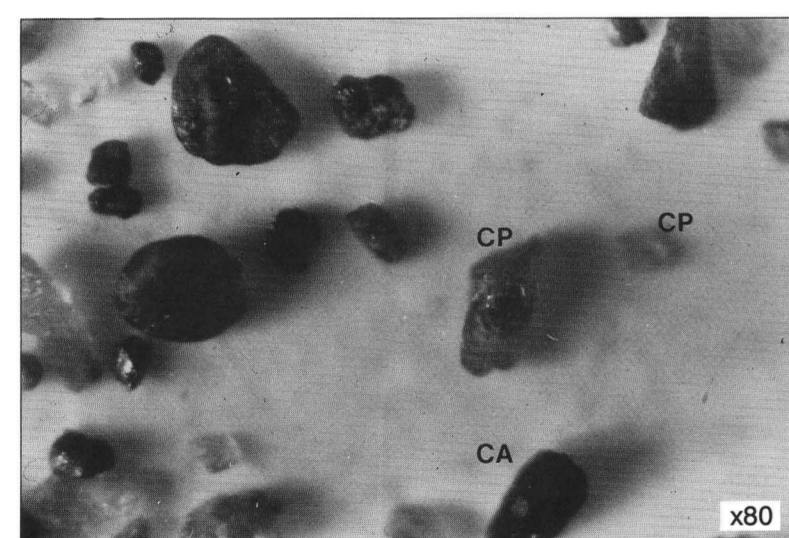
(h) ANDALUSITE (AN)  
 (h) ANDALOUSITE (AN)



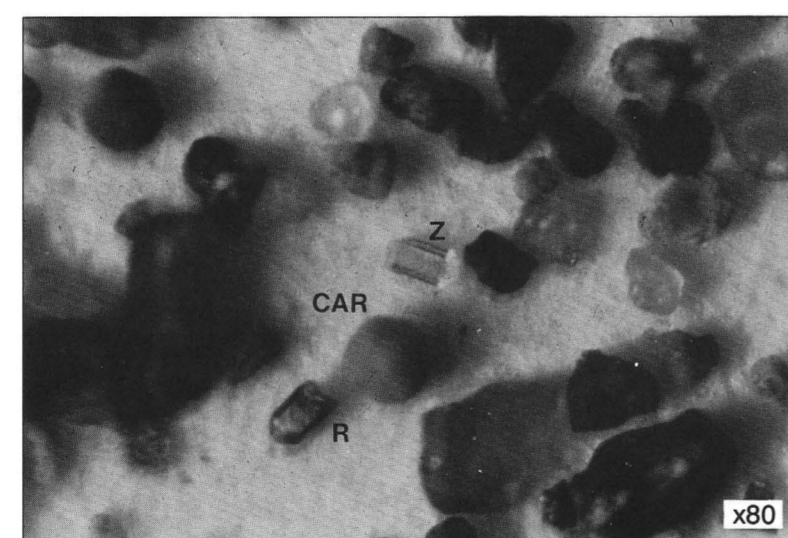
(i) SILLIMANITE (S)  
 (i) SILLIMANITE (S)



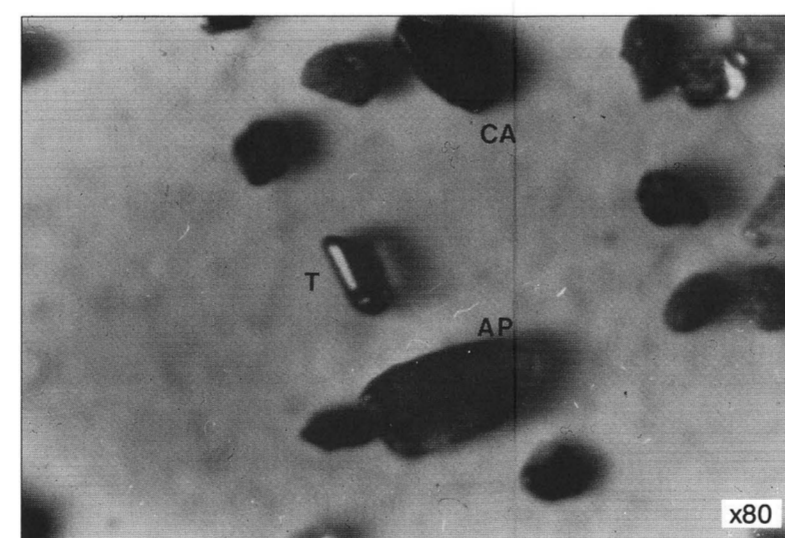
(j) CLINOAMPHIBOLE (CA), RUTILE (R), APATITE (AP)  
 (j) CLINOAMPHIBOLE (CA), RUTILE (R), APATITE (AP)



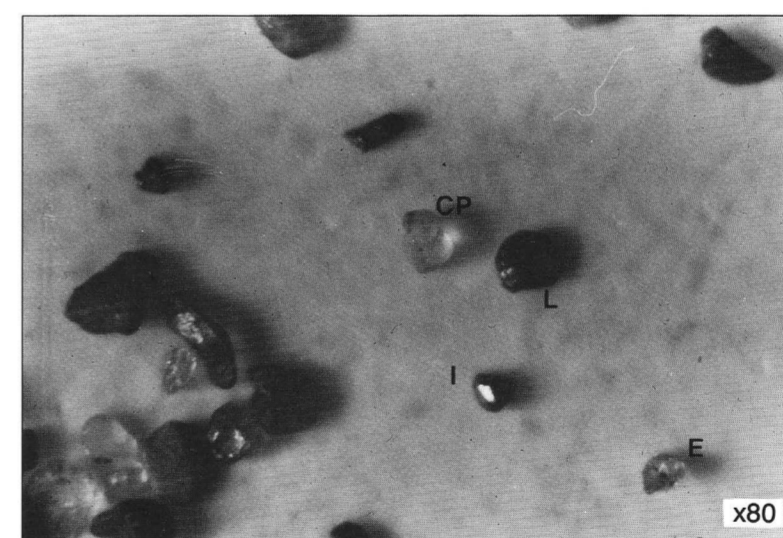
(k) CLINOPYROXENE (CP), CLINOAMPHIBOLE (CA)  
 (k) CLINOPYROXÈNE (CP), CLINOAMPHIBOLE (CA)



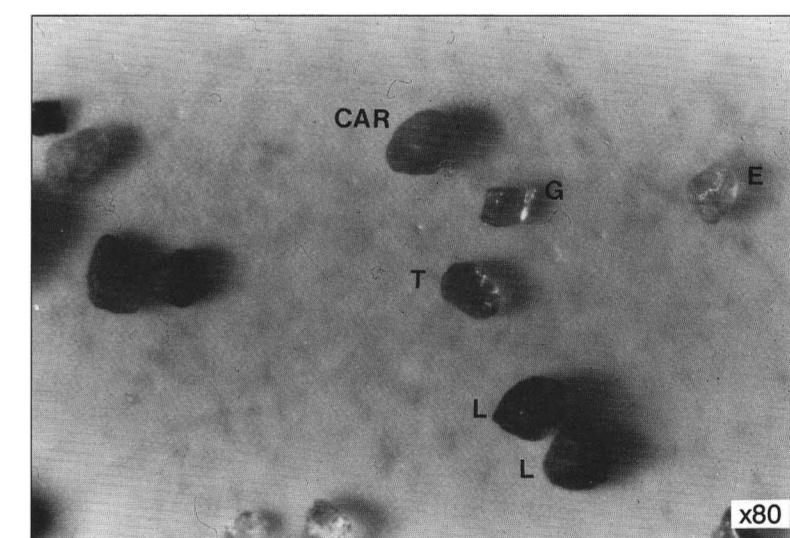
(l) RUTILE (R), CARBONATE (CAR), ZIRCON (Z)  
 (l) RUTILE (R), CARBONATE (CAR), ZIRCON (Z)



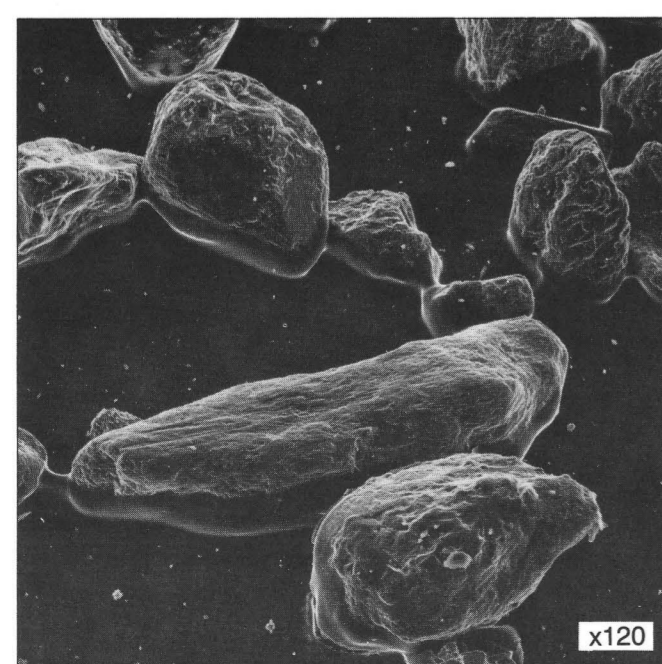
(m) CLINOAMPHIBOLE (CA), TOURMALINE (T), APATITE (AP)  
 (m) CLINOAMPHIBOLE (CA), TOURMALINE (T), APATITE (AP)



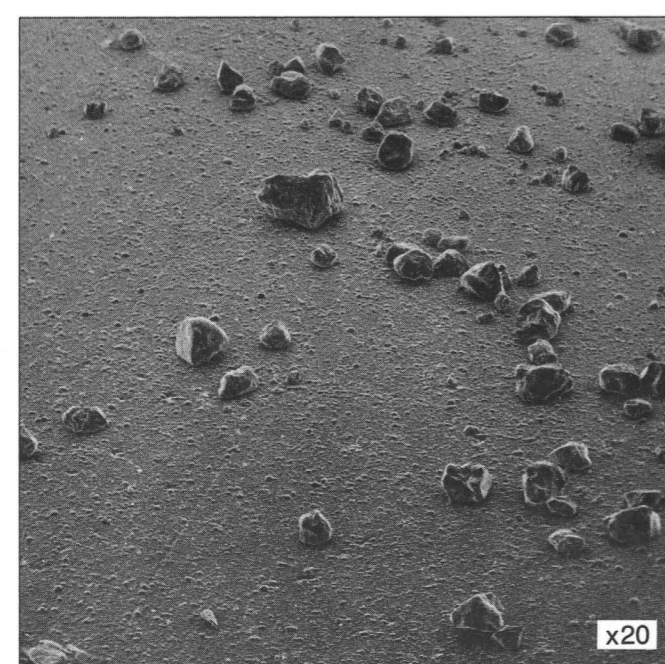
(n) ILMÉNITE (I), LIMONITE (L), CLINOPYROXÈNE (CP),  
 EPIDOTE (E)  
 (n) ILMÉNITE (I), LIMONITE (L), CLINOPYROXÈNE (CP),  
 ÉPIDOTE (E)



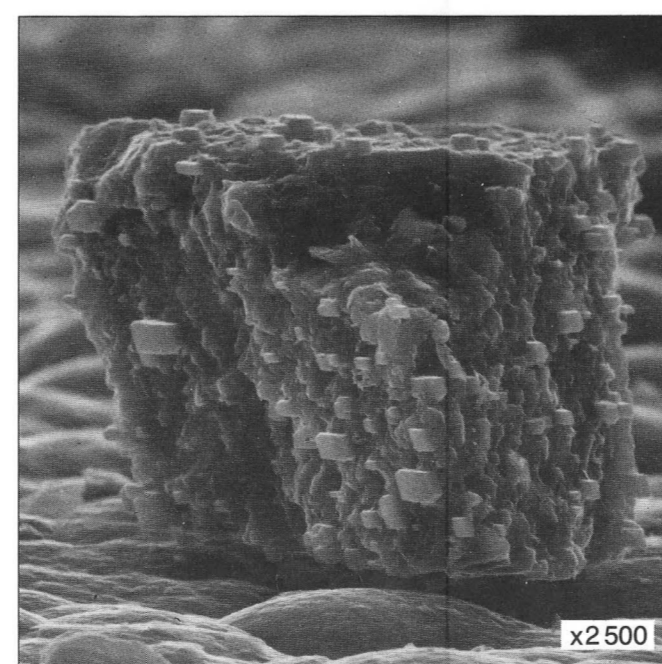
(o) EPIDOTE (E), CARBONATE (CAR), TOURMALINE (T),  
 GARNET (G), LIMONITE (L)  
 (o) ÉPIDOTE (E), CARBONATE (CAR), TOURMALINE (T), GRENAT  
 (G), LIMONITE (L)



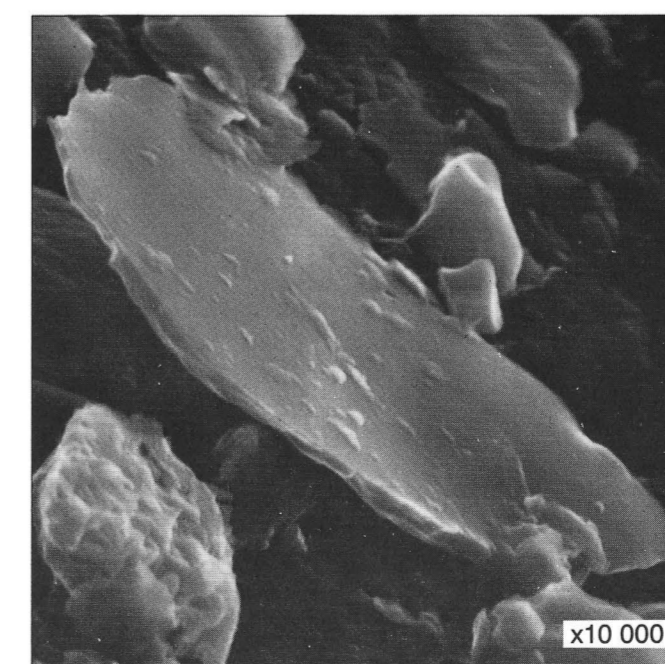
(p) QUARTZ SAND GRAINS  
 (p) GRAINS DE SABLE QUARTZEUX



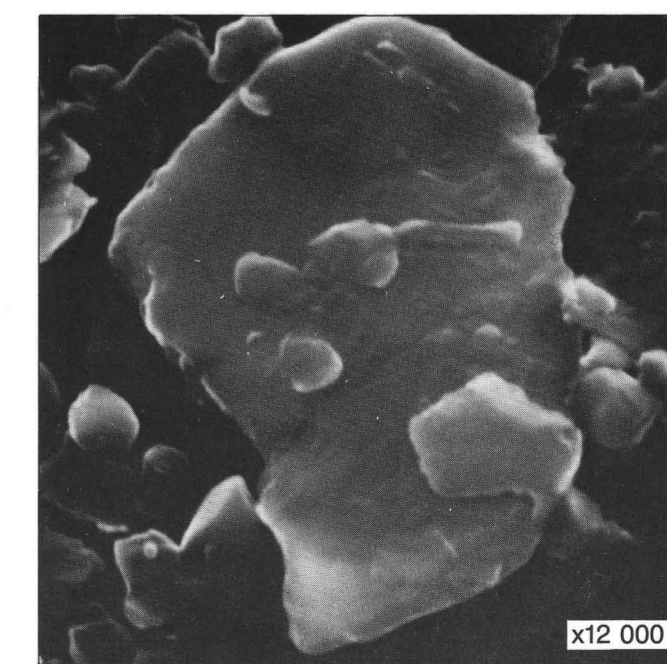
(q) CLAY AGGREGATES (flocules)  
 (q) AGRÉGATS ARGILEUX (particules)



(r) CARBONATE (DOLOMITE) IN CLAY  
 (r) CARBONATE (DOLOMIE) DANS DE L'ARGILE



(s) CLAY PARTICLE (ILLITE)  
 (s) PARTICULE D'ARGILE (ILLITE)



(t) CLAY PARTICLE (KAOLINITE)  
 (t) PARTICULE D'ARGILE (KAOLINITE)

## DISTRIBUTION OF MAJOR ELEMENTS

On the maps, the concentration of each oxide is shown as the percentage composition of each sample, and is compared with the statistical mean and standard deviation for the region sampled. Additional reference is given by showing geographic location, bathymetric occurrence, and associated bottom sediment. The statistical correlation and significance is indicated on the Pearson Correlation Table.

$\text{FeO}$  – Ferrous oxide. Greater concentrations (1.97-2.8%) occur in Mackenzie Delta and the central Beaufort Shelf directly offshore from the delta and Tuktoyaktuk Peninsula. Lesser amounts (0.0-1.97%) are found in sediments beneath the deeper waters of the shelf and upper slope, and on the eastern end of the Beaufort Shelf in all depths of water.

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  – Ferric oxide. The greatest concentrations (2.1-6.9%) occur in the deeper waters and the outer portion of the Beaufort Shelf. Least amounts (0.8-2.1%) are in sediments in the Mackenzie Delta area, the inner shelf along the delta and Tuktoyaktuk Peninsula, and the entire eastern portion of the Beaufort Shelf.

$\text{SiO}_2$  – Silicon dioxide (silica). The greatest amounts (57-83.5%) occur in Mackenzie Delta, the entire eastern portion of the Beaufort Shelf, and a few localities west of Herschel Island. The offshore between Mackenzie Delta and the continental slope, including all of Mackenzie Trough, and the central portion of the shelf adjacent to Mackenzie Trough is characterized by lower amounts (51.5-57.0%) of silica.

$\text{Al}_2\text{O}_3$  – Aluminum oxide (alumina). Higher concentrations (13.3-16.9%) coincide with the distribution of clay in Mackenzie Trough and the adjacent, central Beaufort Shelf to the east, as well as the deeper waters of the outer shelf and upper continental slope. All inshore areas, particularly Mackenzie Delta and the eastern portion of the shelf contain lesser amounts (5.1-13.3%) of alumina.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## RÉPARTITION DE ÉLÉMENTS MAJEURS

Sur les cartes, la concentration de chaque oxyde est indiquée en pourcentage de la teneur totale de chaque échantillon et comparée à la moyenne statistique et à l'écart-type des valeurs obtenues pour l'ensemble de la région échantillonnée. Ces concentrations sont rapportées à la position géographique, à la profondeur et à la nature des sédiments marins correspondants. La corrélation et la signification statistiques des données sont indiquées dans le tableau de corrélation de Pearson.

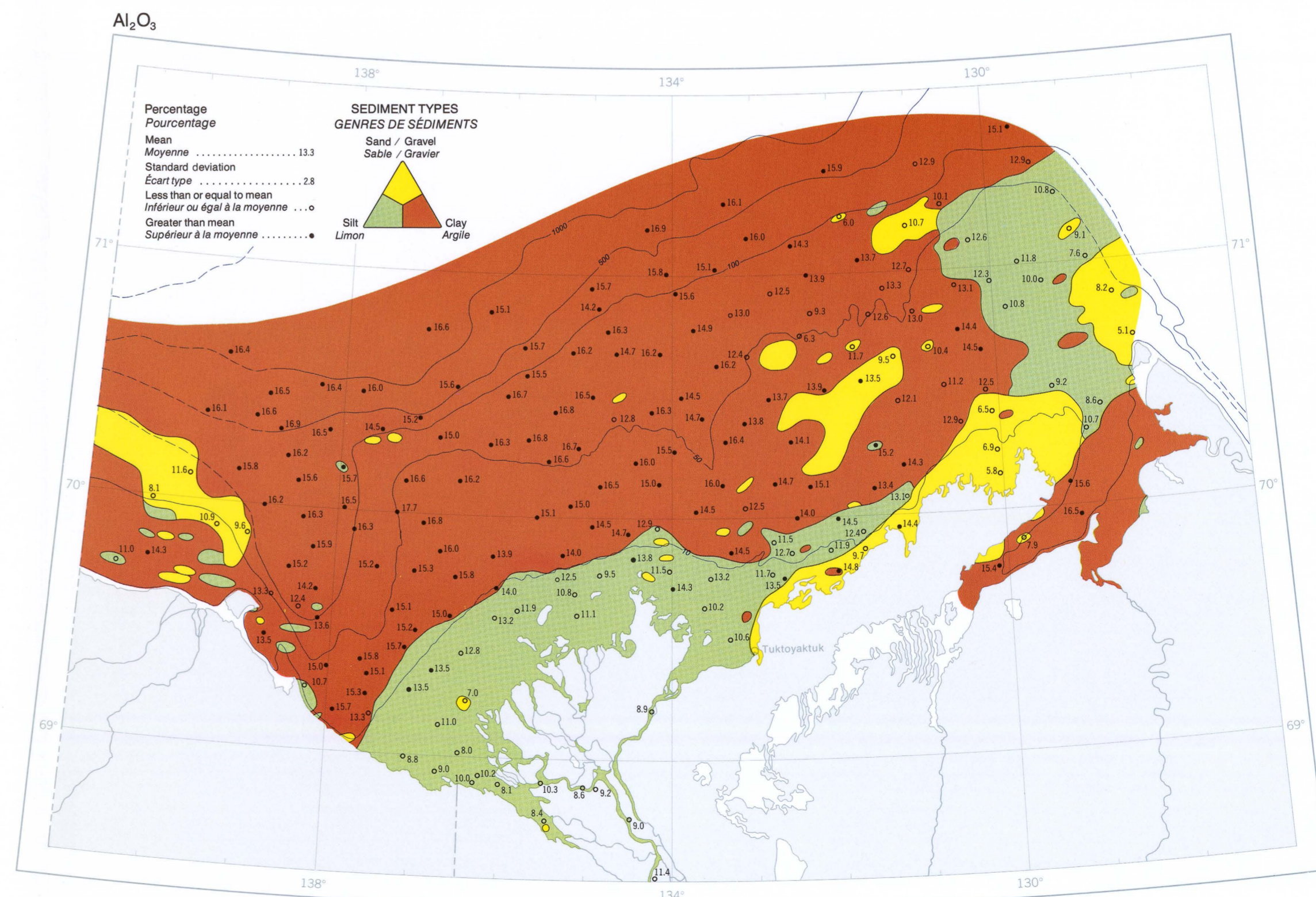
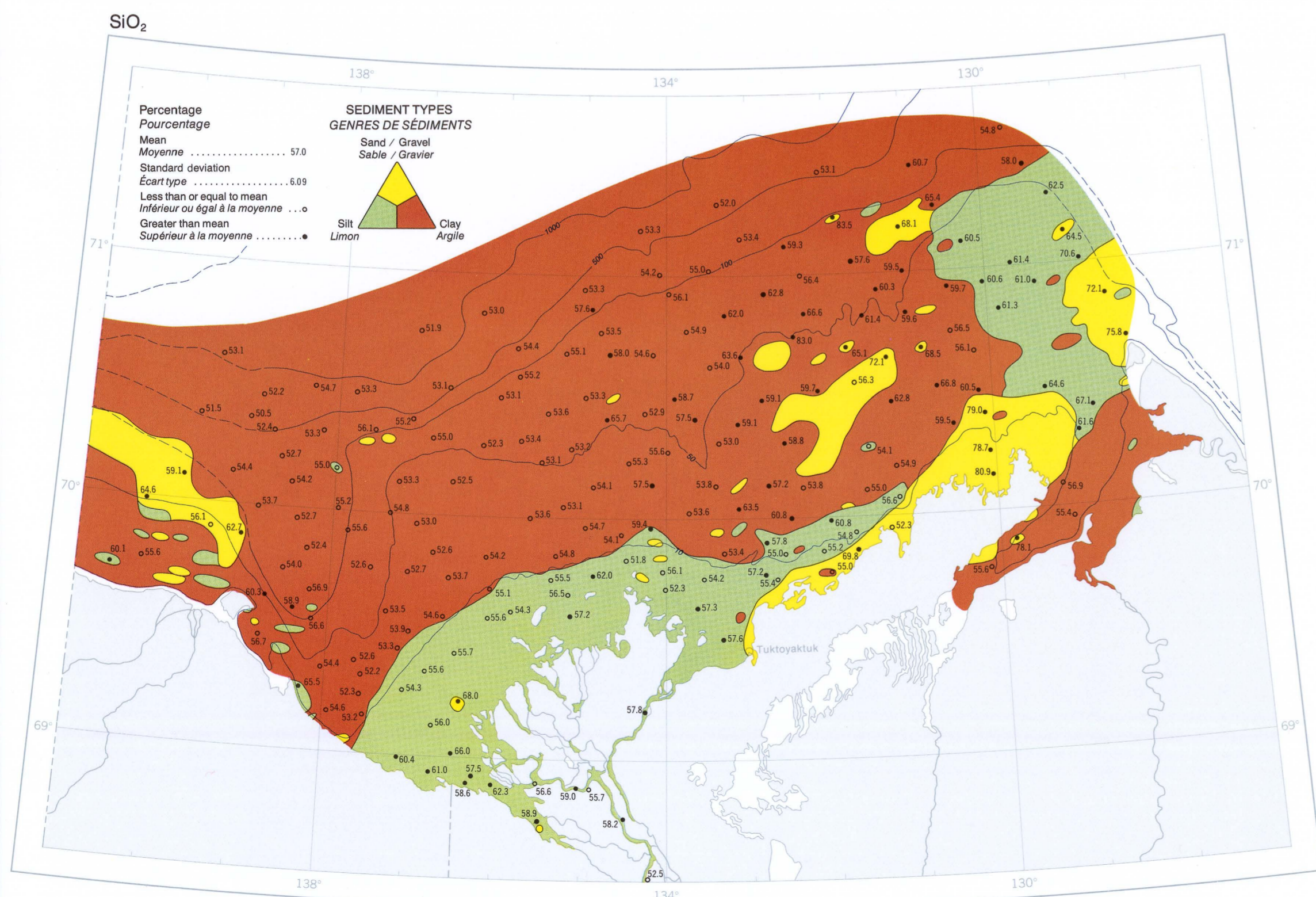
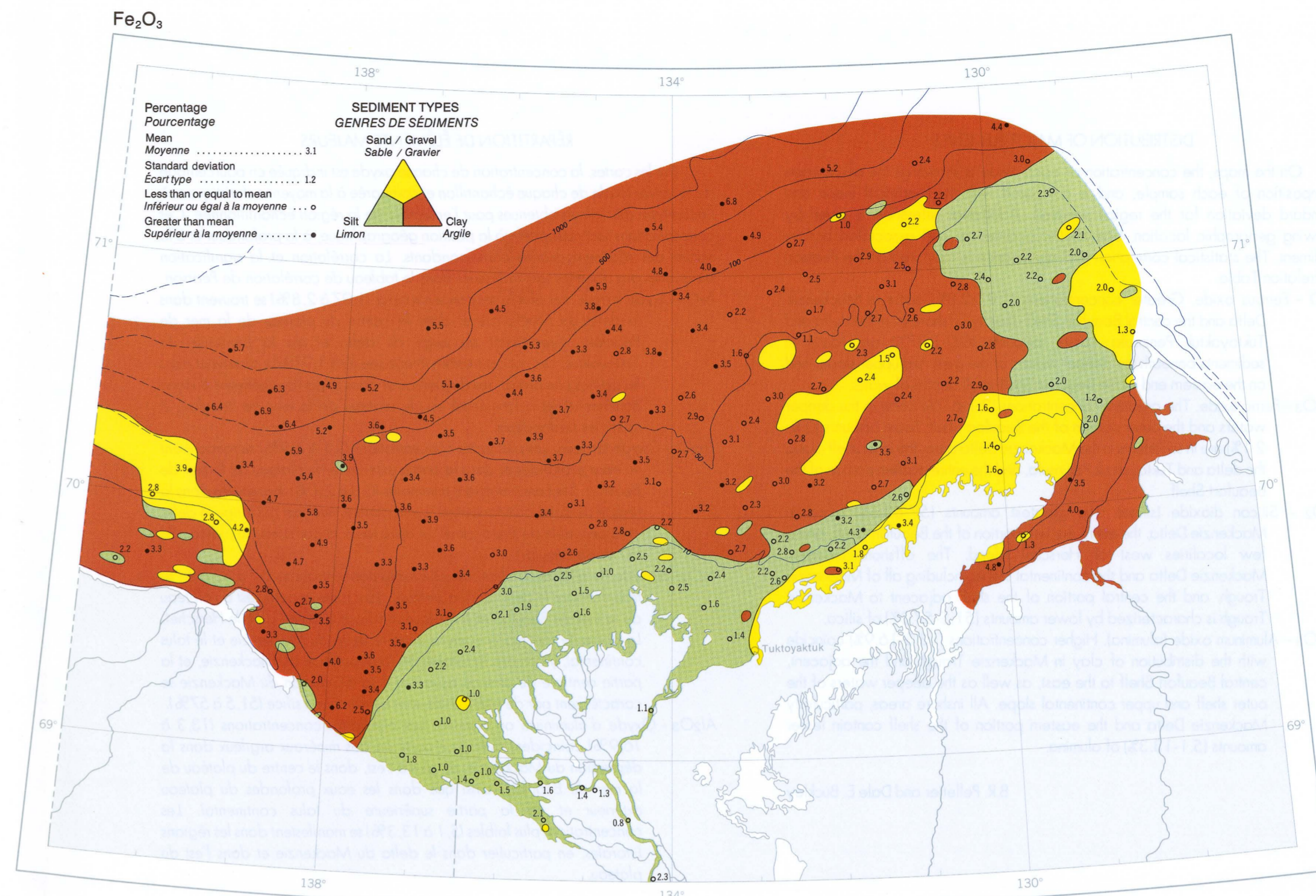
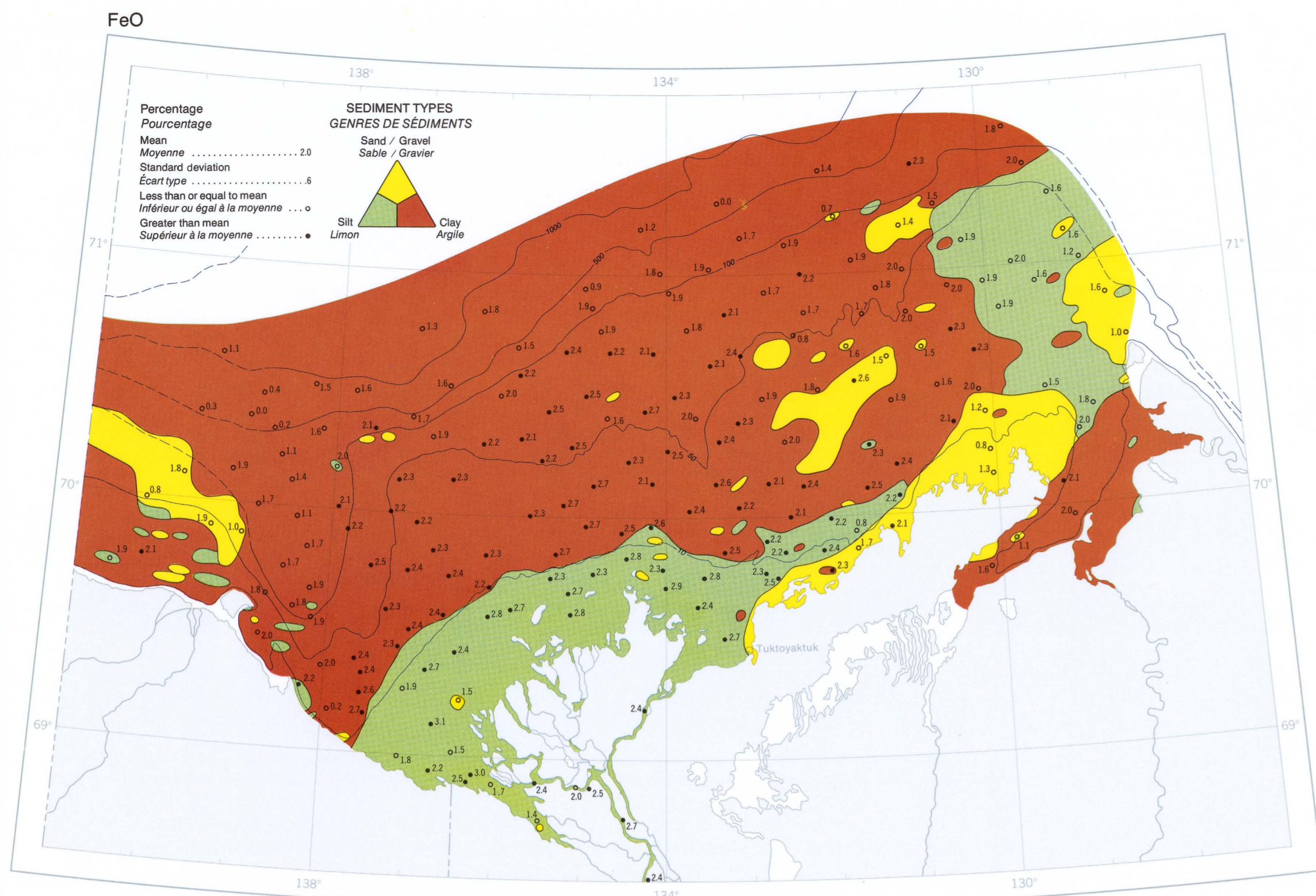
$\text{FeO}$  – Oxyde ferreux. Les plus fortes concentrations (1,97 à 2,8%) se trouvent dans le delta du Mackenzie et dans le centre du plateau de la mer de Beaufort, directement au large du delta et de la péninsule de Tuktoyaktuk. Les concentrations inférieures (0 à 1,97%) s'observent dans les parties plus profondes du plateau et dans la partie supérieure du talus continental, et à l'extrémité est du plateau de la mer de Beaufort, à toutes les profondeurs.

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  – Oxyde ferrique. Les plus fortes concentrations (2,1 à 6,9%) se rencontrent en eaux profondes et dans la partie extérieure du plateau de la mer de Beaufort. Les concentrations minimales (0,8 à 2,1%) sont situées dans la région du delta du Mackenzie, sur le plateau intérieur qui longe le delta et la péninsule de Tuktoyaktuk, et dans toute la partie est du plateau de la mer de Beaufort.

$\text{SiO}_2$  – Bioxyde de silicium ou silice. Les plus fortes concentrations (57 à 83,5%) se trouvent dans le delta du Mackenzie, dans toute la partie est du plateau de la mer de Beaufort et à quelques endroits à l'ouest de l'île Herschel. Le domaine sous-marin compris entre le delta du Mackenzie et le talus continental, y compris la totalité de la dépression du Mackenzie, et la partie centrale du plateau adjacent à la dépression du Mackenzie se caractérisent par de plus faibles concentrations en silice (51,5 à 57%).

$\text{Al}_2\text{O}_3$  – Oxyde d'aluminium ou alumine. Les plus fortes concentrations (13,3 à 16,9%) coïncident avec la répartition des minéraux argileux dans la dépression du Mackenzie, et, plus à l'est, dans le centre du plateau de la mer de Beaufort, ainsi que dans les eaux profondes du plateau extérieur et de la partie supérieure du talus continental. Les concentrations plus faibles (5,1 à 13,3%) se manifestent dans les régions littorales, en particulier dans le delta du Mackenzie et dans l'est du plateau.

B.R. Pelletier et Dale E. Buckley



Lambert Conformal Conic Projection  
Échelle horizontale 1:200 000  
Projection conique conforme de Lambert  
paramètres standard 69°W, 71°N

## DISTRIBUTION OF MAJOR ELEMENTS

$P_2O_5$  – Phosphorus pentoxide. Generally the higher concentrations (0.23-0.40%) are associated with clays and are found predominantly offshore. The lower concentrations (0.13-0.23%) are located in the inshore zone and Mackenzie Delta, as well as offshore in all depths of water at the extreme western and eastern portion of the Beaufort Shelf.

$MnO$  – Manganese oxide. Higher concentrations (0.10-1.18%) are found in the deeper water of Mackenzie Trough, as well as the Beaufort Shelf to all depths shown. Lower concentrations (0.00-0.10%) are distributed fairly homogeneously over the entire shelf except for the extreme eastern end.

$K_2O$  – Potassium oxide (potash). The higher concentrations (2.65-3.34%) are found offshore mainly, and are associated with clay deposits. Inshore, lower concentrations (1.03-2.65%) occur in the coastal zone of Mackenzie Delta, Tuktoyaktuk Peninsula, the Beaufort Shelf lying west of Herschel Island, and nearly the whole eastern third of the shelf.

$Na_2O$  – Sodium oxide (soda). The distribution of the concentrations of soda is very similar to that of potash. The higher values (1.7-3.2%) are associated with the clay sediments lying offshore, and the lower values (0.3-1.7%) are found in the coarser sediments lying adjacent to the coast and in Mackenzie Delta.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## RÉPARTITION DES ÉLÉMENTS MAJEURS

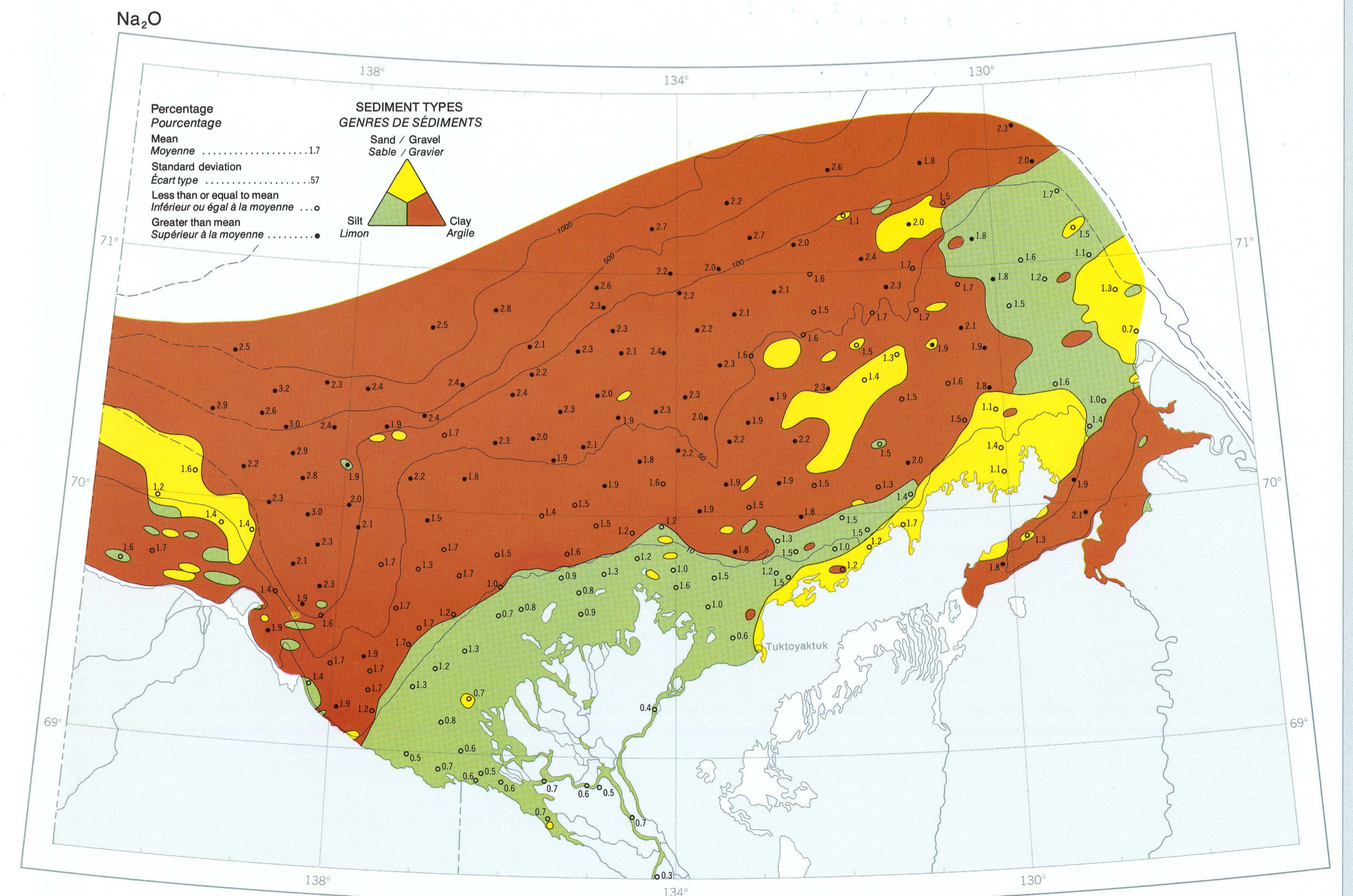
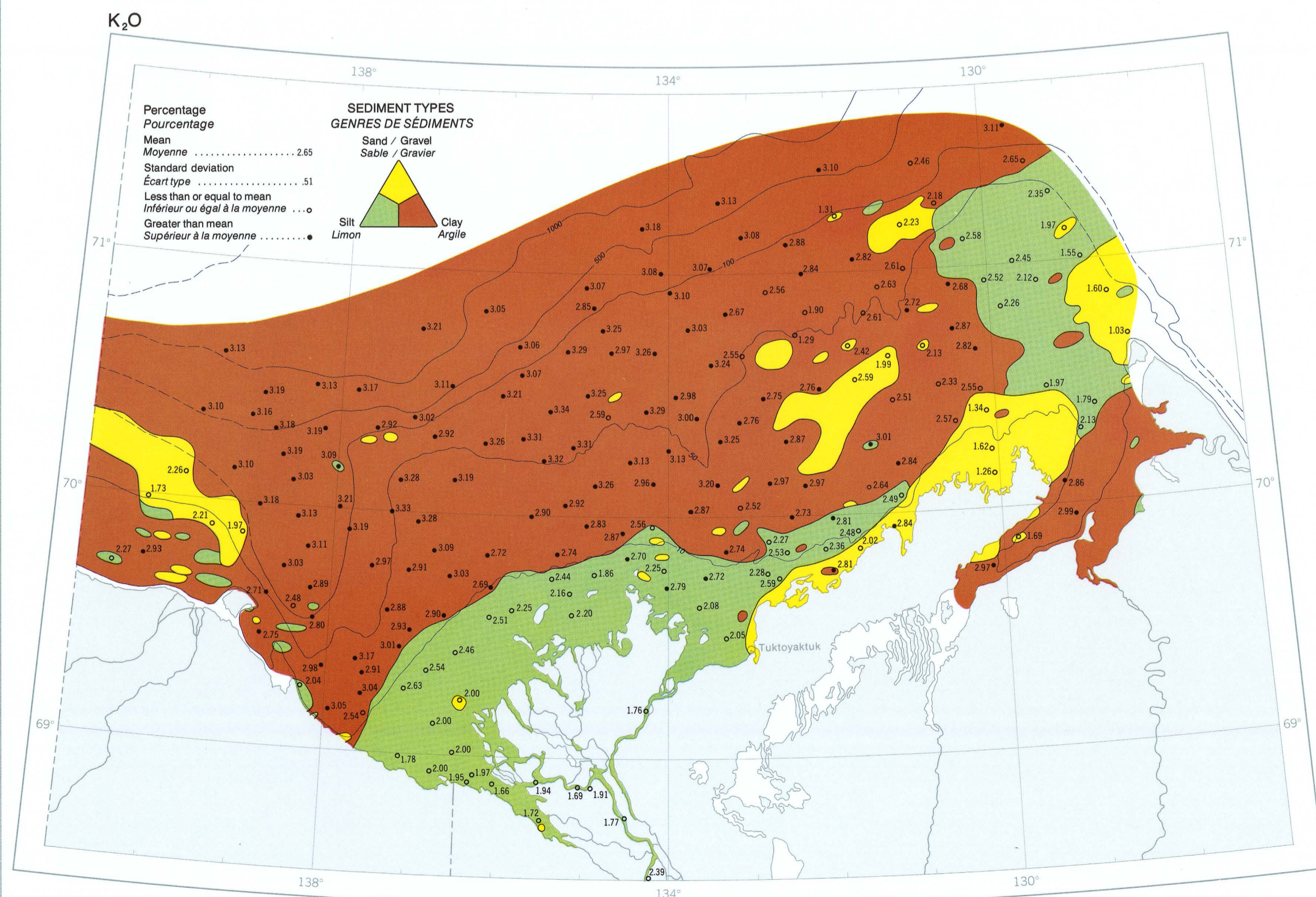
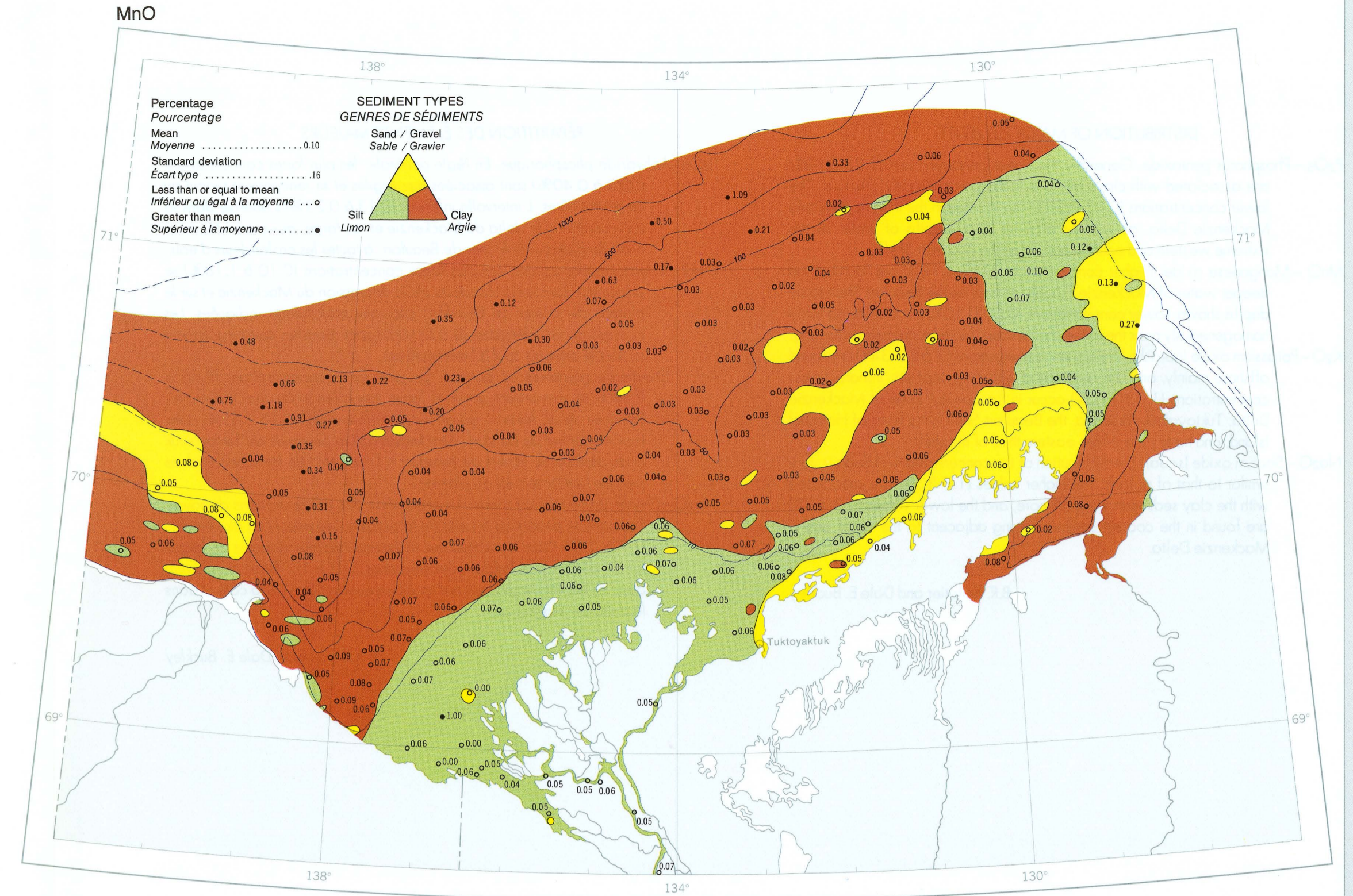
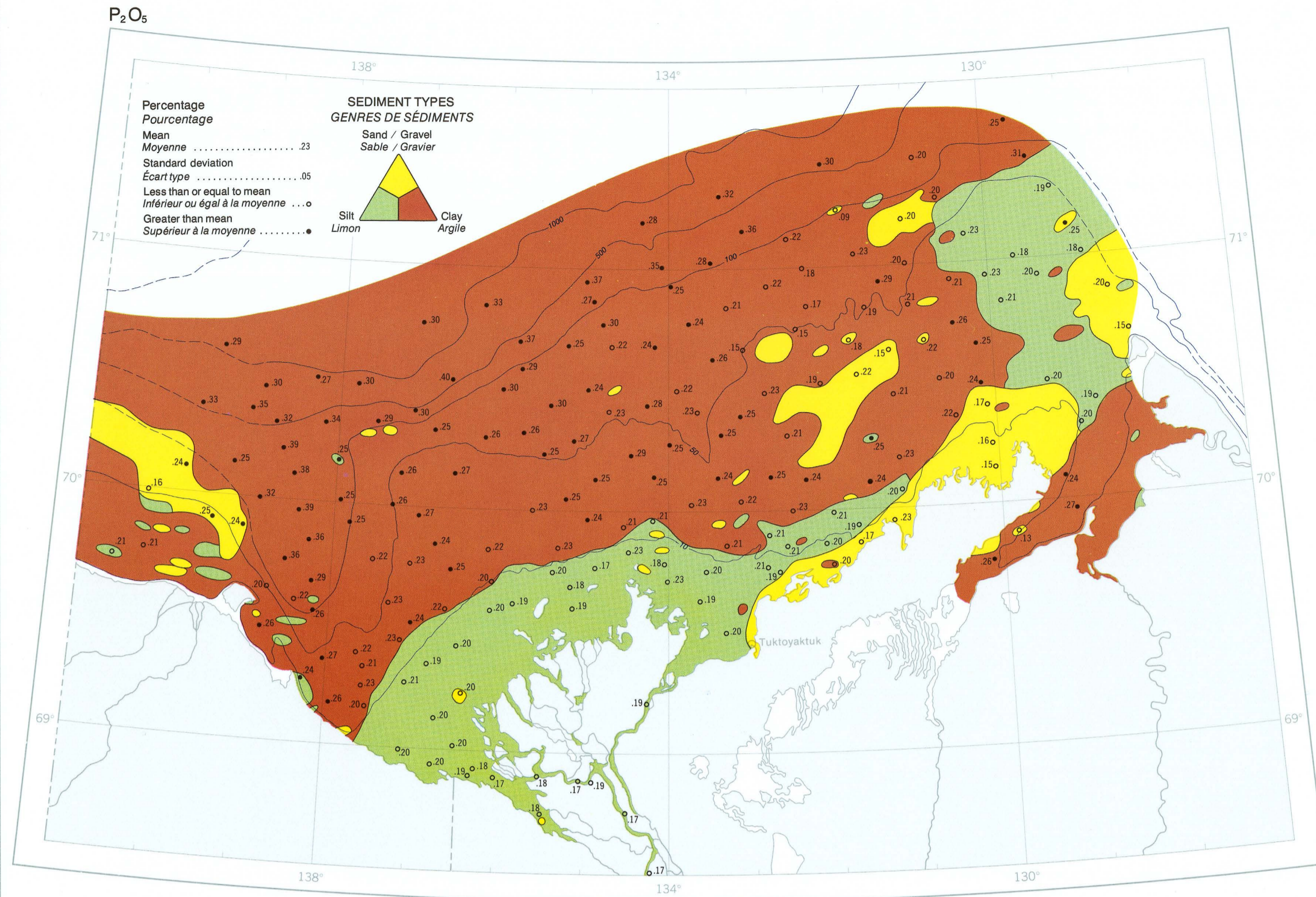
$P_2O_5$  – Anhydride phosphorique. En règle générale, les plus fortes concentrations (0,23 à 0,40%) sont associées aux argiles et se rencontrent surtout au large des côtes. L'intervalle inférieur (0,13 à 0,23%) s'observe dans la zone côtière et le delta du Mackenzie et, au large, aux extrémités est et ouest du plateau de la mer de Beaufort, à toutes les profondeurs d'eau.

$MnO$  – Oxyde de manganèse. Les plus fortes concentrations (0,10 à 1,18%) se présentent dans les profondeurs de la dépression du Mackenzie et sur le plateau de la mer de Beaufort, jusqu'aux profondeurs indiquées. Les concentrations inférieures (0 à 0,10%) sont réparties assez également sur tout le plateau, sauf à l'extrémité est.

$K_2O$  – Oxyde de potassium ou potasse. Les plus fortes concentrations (2,65 à 3,34%) se rencontrent surtout au large, associées à des dépôts d'argile. En milieu côtier, les concentrations sont minimales (1,03 à 2,65%) dans la zone côtière du delta du Mackenzie, de la péninsule de Tuktoyaktuk et du plateau de la mer de Beaufort à l'ouest de l'île Herschel, et dans presque tout le tiers est du plateau.

$Na_2O$  – Oxyde de sodium ou soude. La répartition des concentrations de soude s'apparente beaucoup à celle de la potasse. Les valeurs les plus élevées (1,7 à 3,2%) sont associées aux sédiments argileux déposés au large, tandis que les plus faibles concentrations (0,3 à 1,7%) se manifestent dans les sédiments grossiers mis en place au voisinage de la côte et dans le delta du Mackenzie.

B.R. Pelletier et Dale E. Buckley



London Conformal Conic Projection,  
Standard Parallel 69°42' N and 71°02' N  
Projection conforme conique de Lambert,  
parallèles standard 69°42' N et 71°02' N

## DISTRIBUTION OF MAJOR ELEMENTS

MgO – Magnesium oxide (magnesia). A distinctive trend of higher concentrations (2.80-4.09%) follows the inner shelf, including Mackenzie Delta and isolated localities in Mackenzie Trough, and extends to the eastern portion of the shelf where it occurs at all depths. The remainder of the Beaufort Shelf, as well as the upper slope comprise sediments with lower concentrations (1.01-2.80%) of magnesia.

CaO – Calcium oxide (lime). The distribution of both the higher and lower sets of lime concentrations are similar to those of magnesia in that the higher values (3.28-8.02%) are associated with inshore silts and sands, and the lower values (1.25-3.28%) are with the offshore clays mainly.

CO<sub>3</sub> (Ca,Mg) – Carbonate (dolomite mainly). These compounds are chiefly dolomite and probably some limestone rock fragments. Their dispersal pattern is detrital and corresponds to that of magnesia and lime. Higher concentrations (16.44-26.91%) lie inshore, and the lower amounts (7.66-16.44%) are found in the offshore sediments.

ORG.C – Organic carbon. The narrow range of organic carbon concentrations in the marine sediments produces indistinct trends in distribution. However, the higher values (1.17-2.34%) are found offshore in the clay deposits mainly, and the lower amounts (0.22-1.17%) are in the sediments occurring in the coastal zone. The extreme eastern and western portions of the Beaufort Shelf are also characterized by lower concentrations, particularly in areas covered by silt, sand, and gravel.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## RÉPARTITION DES ÉLÉMENTS MAJEURS

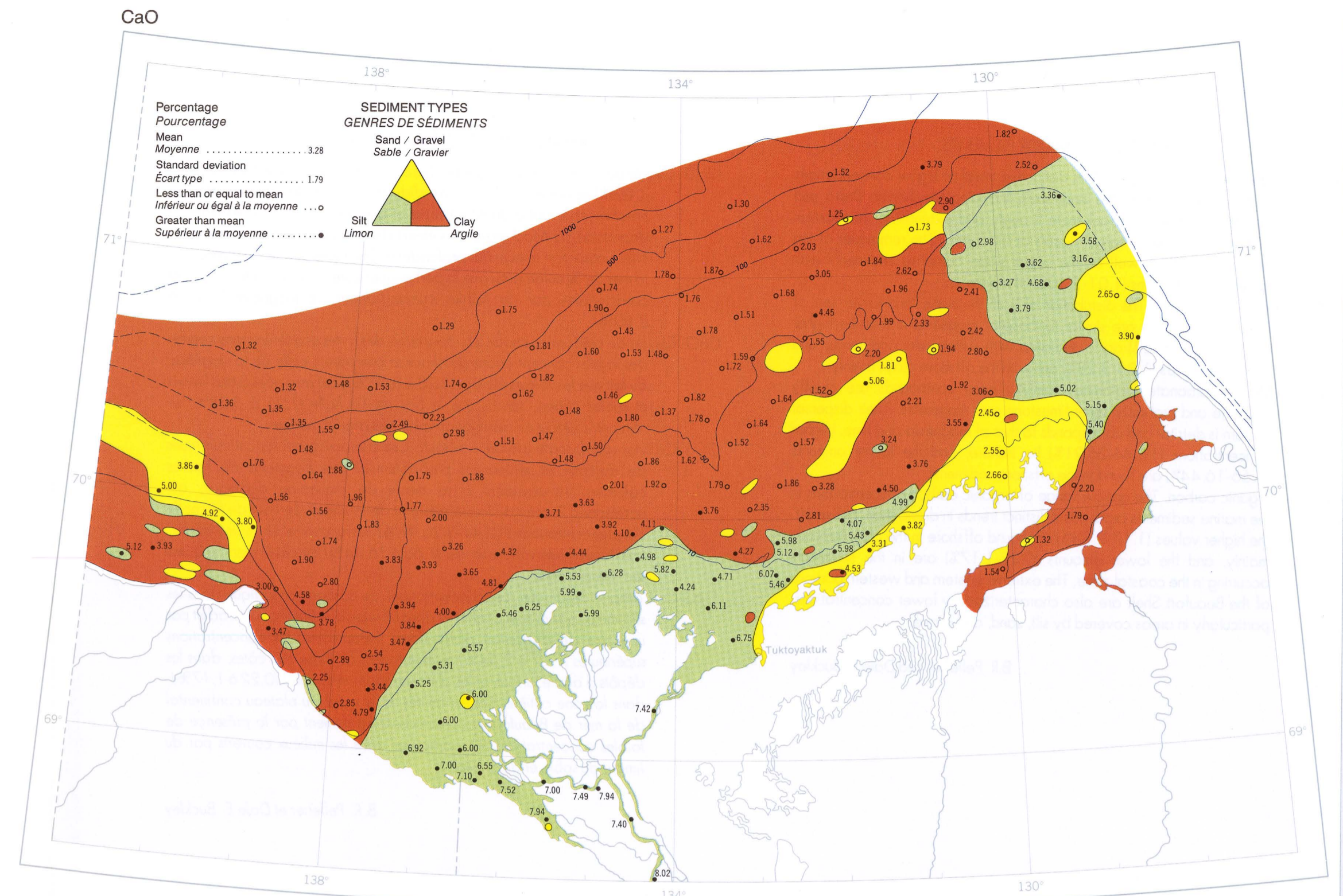
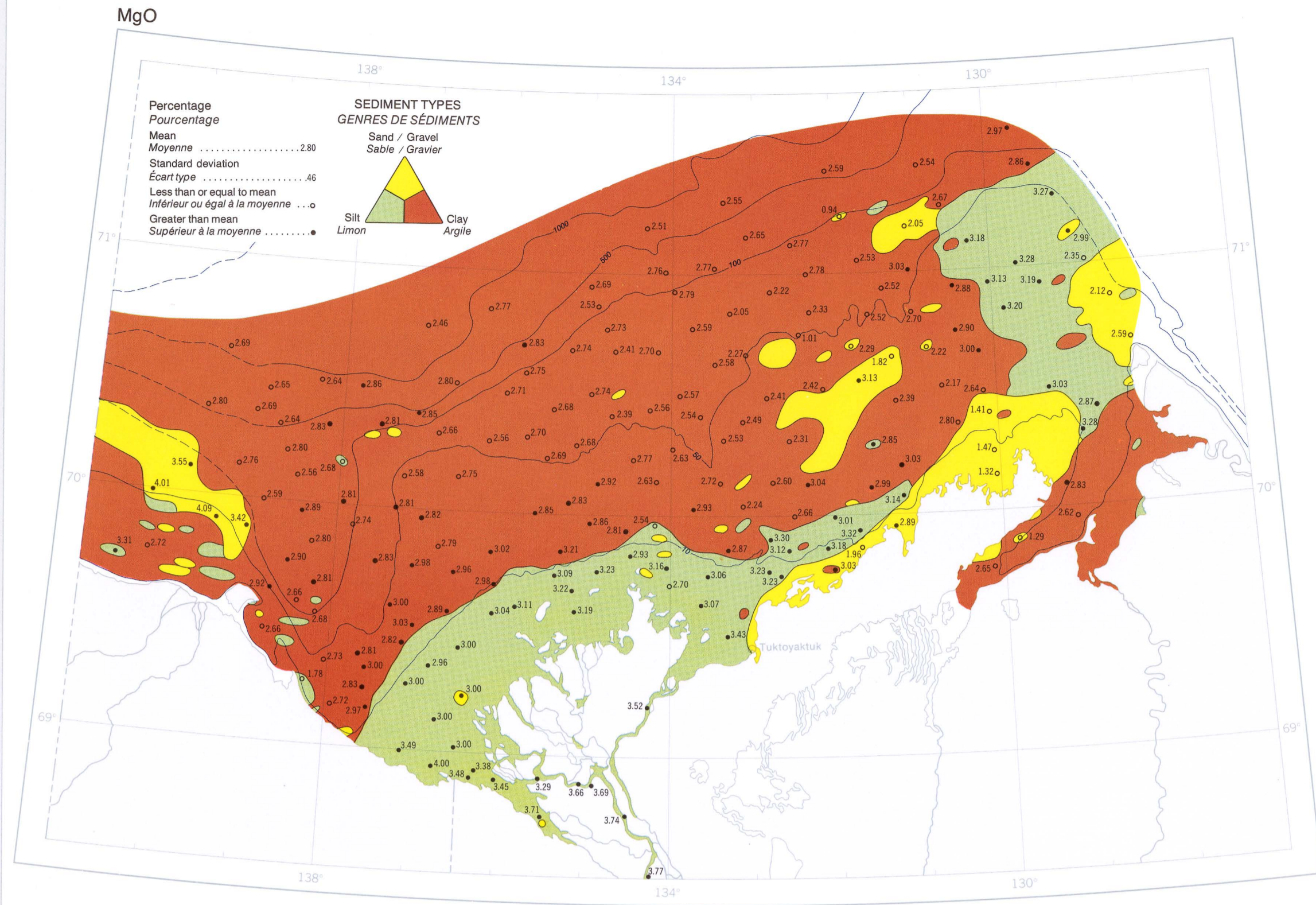
MgO – Oxyde de magnésium ou magnésie. Les concentrations les plus fortes (2,80 à 4,09%) se présentent sur un axe distinct qui longe le plateau intérieur, notamment le delta du Mackenzie et quelques endroits isolés dans la dépression du Mackenzie, et s'étend dans la partie est du plateau, où elles s'observent à toutes les profondeurs. Les autres parties du plateau de la mer de Beaufort ainsi que la partie supérieure du talus continental sont caractérisées par de faibles concentrations de magnésie (1,01 à 2,80%).

CaO – Oxyde de calcium ou chaux. La répartition des fortes concentrations comme des faibles concentrations de chaux se compare à celle de la magnésie du fait que les valeurs élevées (3,28 à 8,02%) sont associées à des limons et sables côtiers, tandis que le bas de l'échelle (1,25 à 3,28%) se rencontre surtout en association avec des argiles marines.

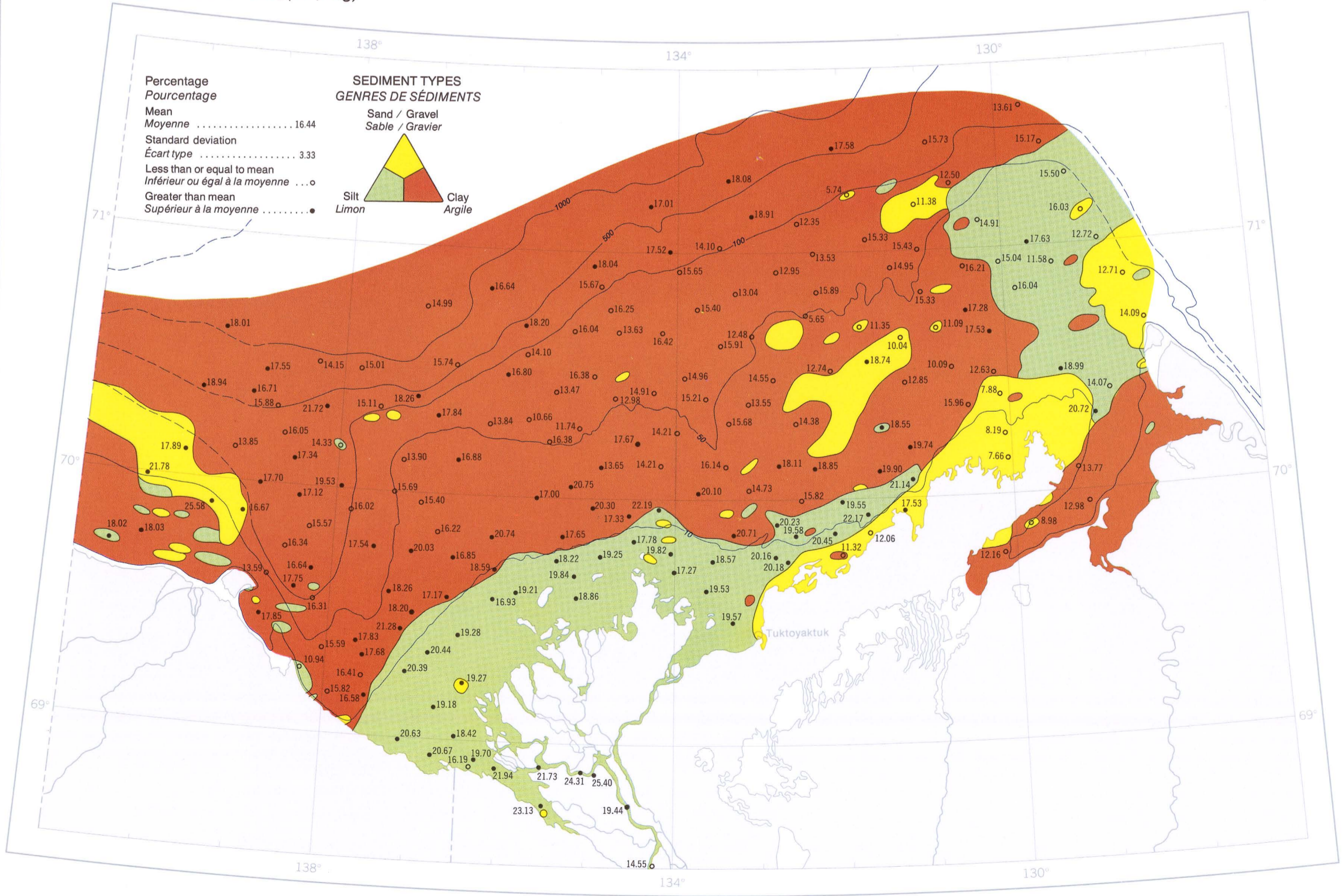
CO<sub>3</sub> (Ca,Mg) – Carbonate (dolomie surtout). Ces composés sont surtout constitués de dolomie et renferment probablement des fragments de roches calcaires. Ils obéissent à un mode de dispersion détritique, qui correspond à celui de la magnésie et de la chaux. Le haut de l'échelle des concentrations (16,44 à 26,91%) se rencontre en milieu côtier, tandis que l'intervalle inférieur (7,66 à 16,44%) est plutôt associé à des sédiments marins.

ORG.C – Carbone organique. Les concentrations de carbone organique dans les sédiments marins sont confinées dans un intervalle étroit qui se traduit par une aire de dispersion plutôt floue. Néanmoins, les concentrations supérieures (1,17 à 2,34%) se manifestent au large des côtes, dans les dépôts d'argile surtout, et les concentrations inférieures (0,22 à 1,17%), dans la zone côtière. Les extrémités est et ouest du plateau continental de la mer de Beaufort se caractérisent également par la présence de faibles concentrations, en particulier dans les milieux couverts par du limon, du sable et du gravier.

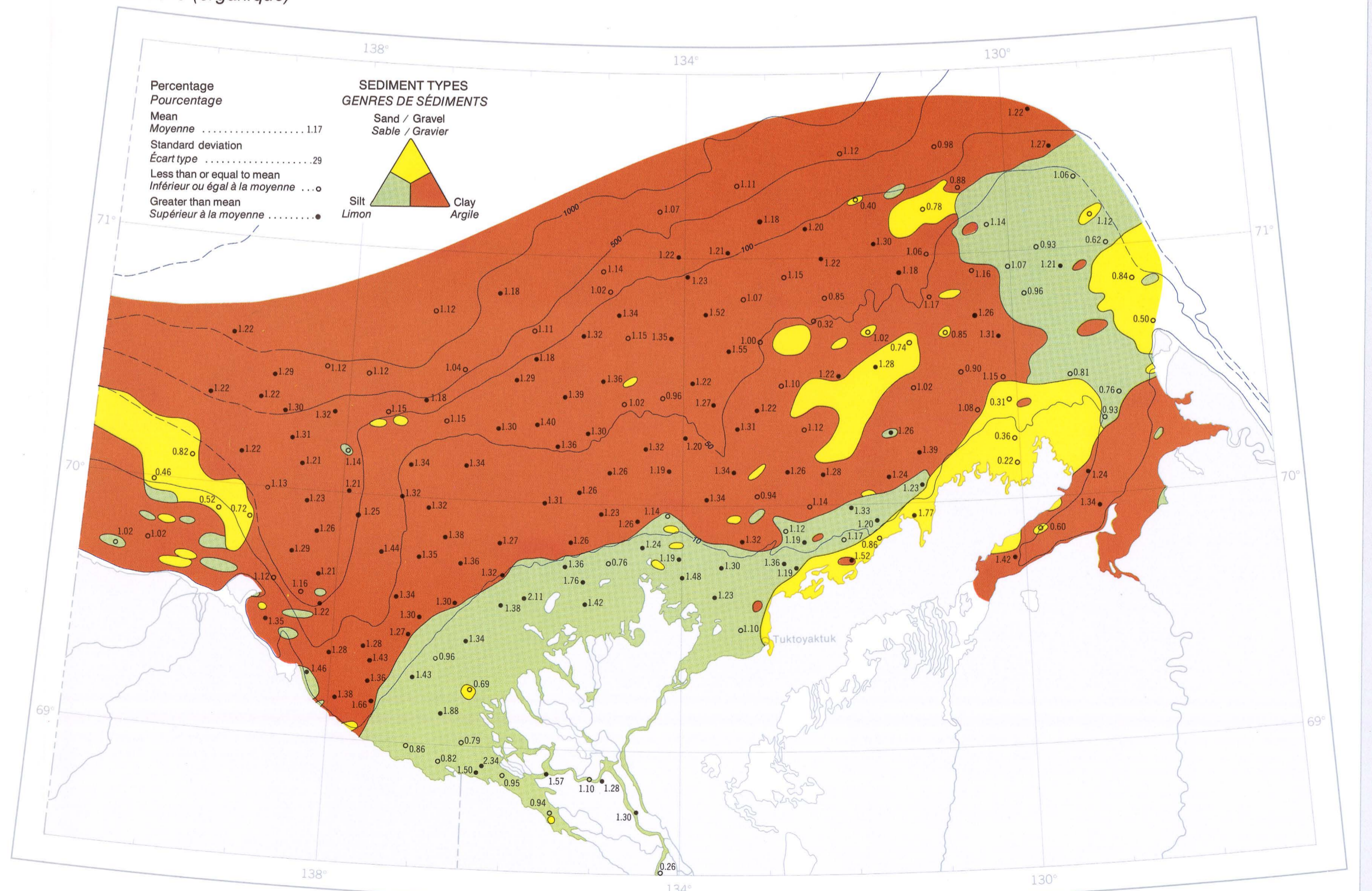
B.R. Pelletier et Dale E. Buckley



Total CO<sub>3</sub> (Ca, Mg)  
Teneur totale en CO<sub>3</sub> (Ca, Mg)



Carbon (organic)  
Carbone (organique)



Lambert Conformal Conic Projection.  
Standard Parallel 66°40' N; second 71°00' N.  
Projection centre: centre of Lambert.  
parallel standard 66°40' N at 71°00' N.



## DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS

Concentrations of major and minor elements showing geographic variation are plotted uniformly in parts per million (ppm) except for mercury (Hg) which is in parts per billion (ppb), and sulphur (S), titanium (Ti) which are in per cent. As with the oxides these values are related to sediment type, bathymetry, and geographic location. Statistical data such as the mean and standard deviation are given in order to assess the distribution of the elements and their related factors. The correlations of these elements and factors and their statistical significance are shown in the Pearson Correlation Table.

B - Boron. The greatest concentrations (130-180 ppm) are in the clays of Mackenzie Trough, and the outer shelf and upper slope. Off the eastern Tuktoyaktuk Peninsula, several locations also show these higher values. The lower values (63-130 ppm) are found mainly in the silts off Mackenzie Delta and Tuktoyaktuk Peninsula, along a northeasterly trend in the middle portions of the Beaufort Shelf, and generally in the entire Beaufort Shelf west of Herschel Island.

Ba - Barium. The distributional pattern of the higher concentrations (880-1000 ppm) is widespread, but appears to be related more to the clay deposits than to other sediments. On the other hand, the lower concentrations (520-880 ppm) are related more to the coarser sediments particularly where they occur on the entire Beaufort Shelf west of Herschel Island, the eastern portion of the Beaufort Shelf, and a few isolated localities around Mackenzie Delta. Note: the last numeral of the concentration is not a significant figure.

Cl - Chlorine. Almost exclusively the higher concentrations (5300-9600 ppm) of this mineral are associated with clay in Mackenzie Trough, on central Beaufort Shelf, and on the upper continental slope. Lower concentrations (100-5300 ppm) are pronounced in areas of coarse sediments occurring on the Beaufort Shelf west of Herschel Island, the Mackenzie Delta, the entire coastal zone to the east, and most of the eastern portion of the shelf. Note: the last two numerals in the concentrations values are not significant because of analytical methods.

Co - Cobalt. Higher concentrations (13-31 ppm) occur off Mackenzie Delta, coastal areas to the east, and in a zone straddling the outer Beaufort Shelf and upper slope. Lower values (10-13 ppm) are generally restricted to the Beaufort Shelf and Mackenzie Delta.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## RÉPARTITION DES OLIGO-ÉLÉMENTS

On a porté sur carte la répartition géographique des concentrations des éléments majeurs et mineurs; ces dernières sont exprimées uniformément en parties par million (ppM), sauf pour le mercure (Hg), dont les valeurs sont indiquées en parties par milliard (ppG), et le soufre (S) et le titane (Ti), dont les teneurs sont rapportées au type de sédiment, à la profondeur et à la position géographique. L'utilisation de données statistiques, comme des moyennes et des écarts-types, permet d'évaluer la répartition des éléments et les facteurs connexes. Les corrélations de ces éléments et facteurs, de même que leur signification statistique, sont indiquées dans le tableau de corrélation de Pearson.

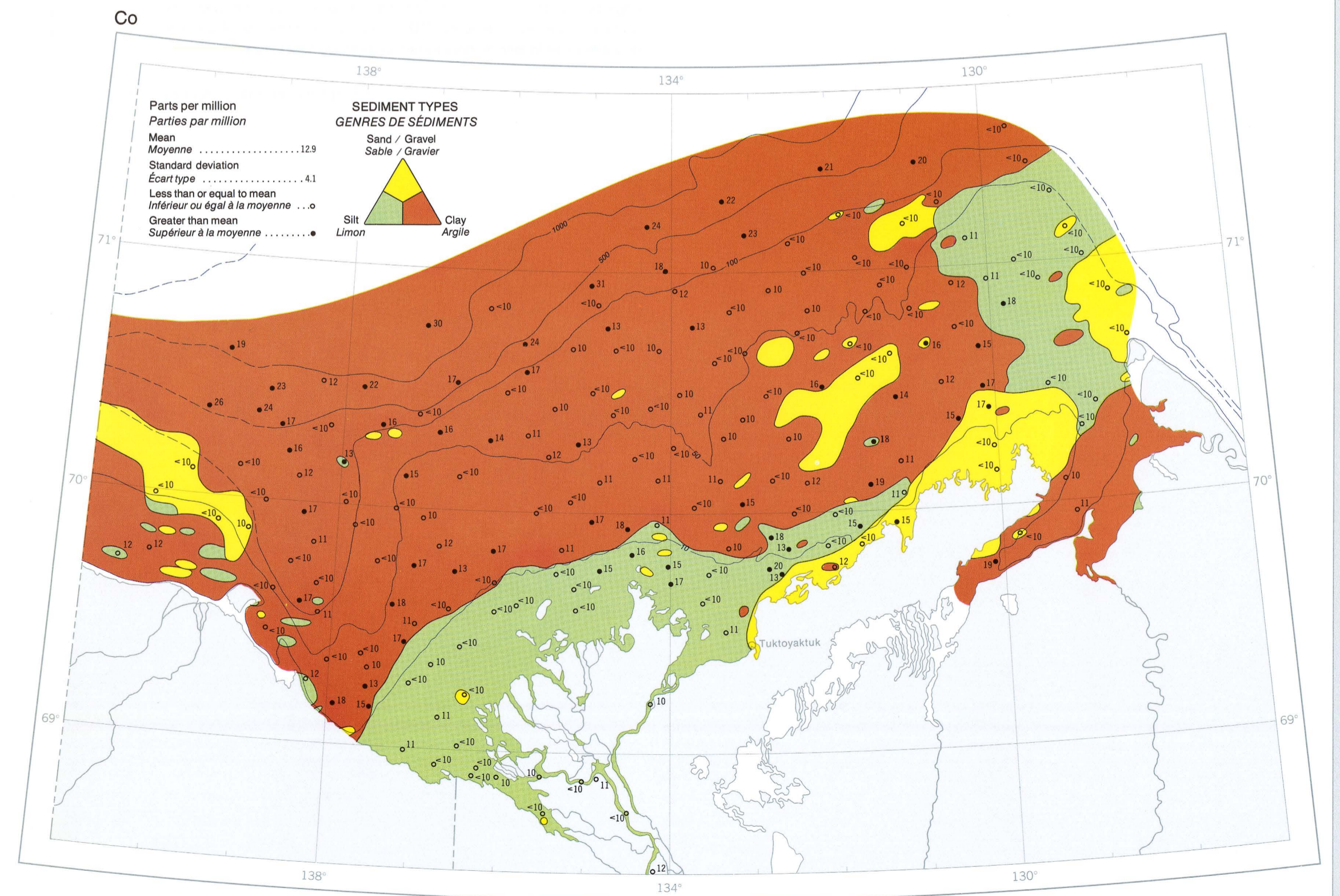
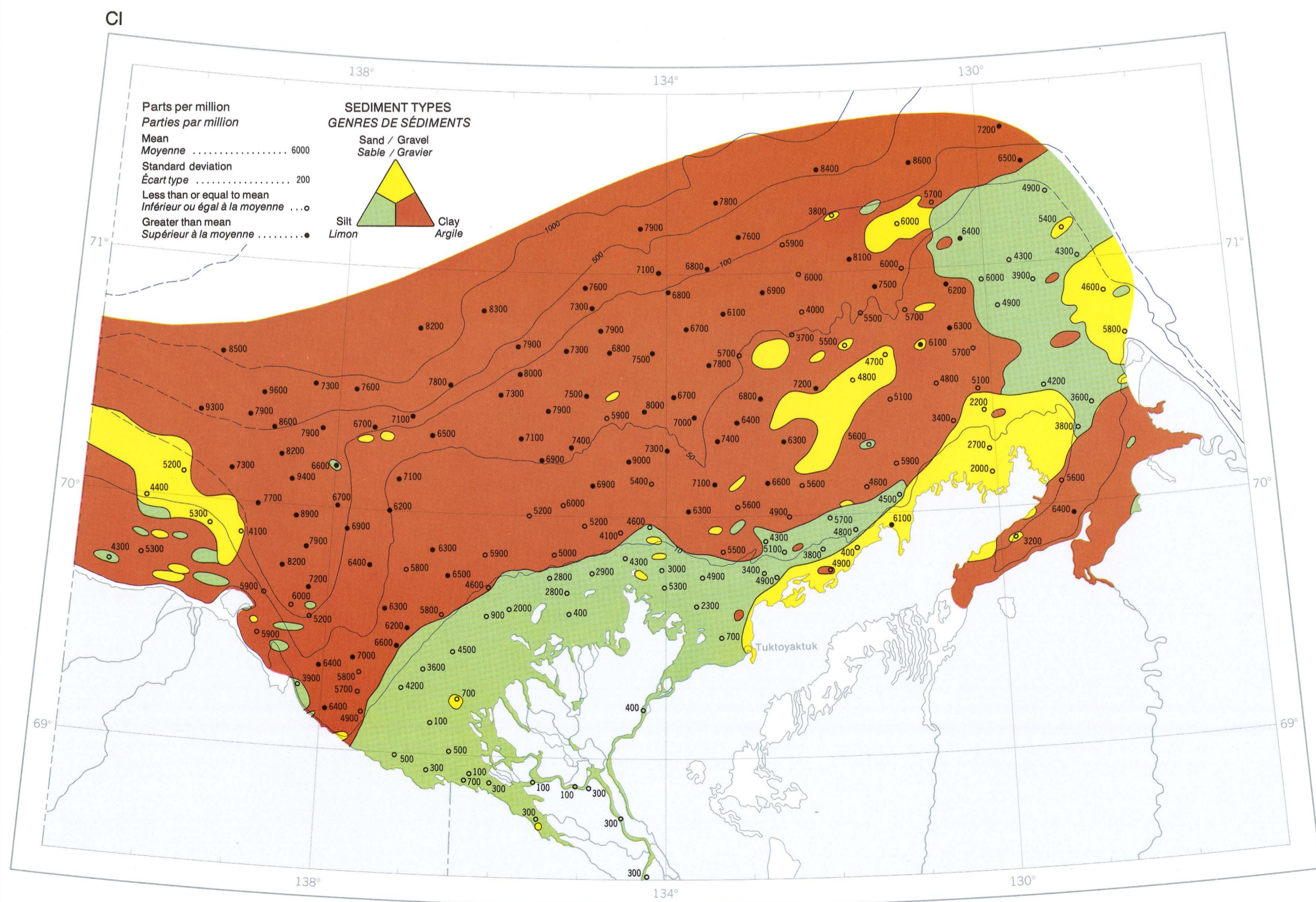
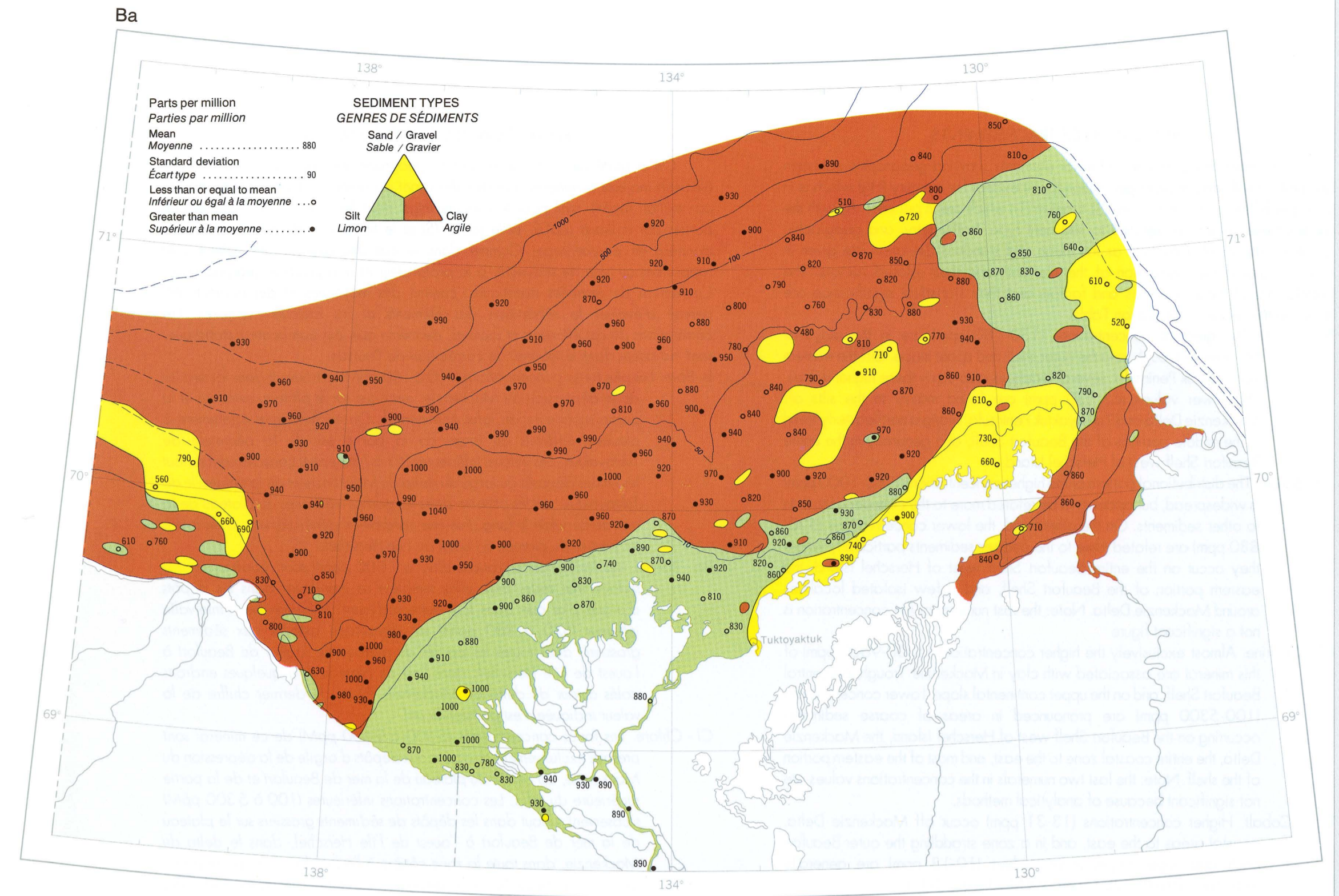
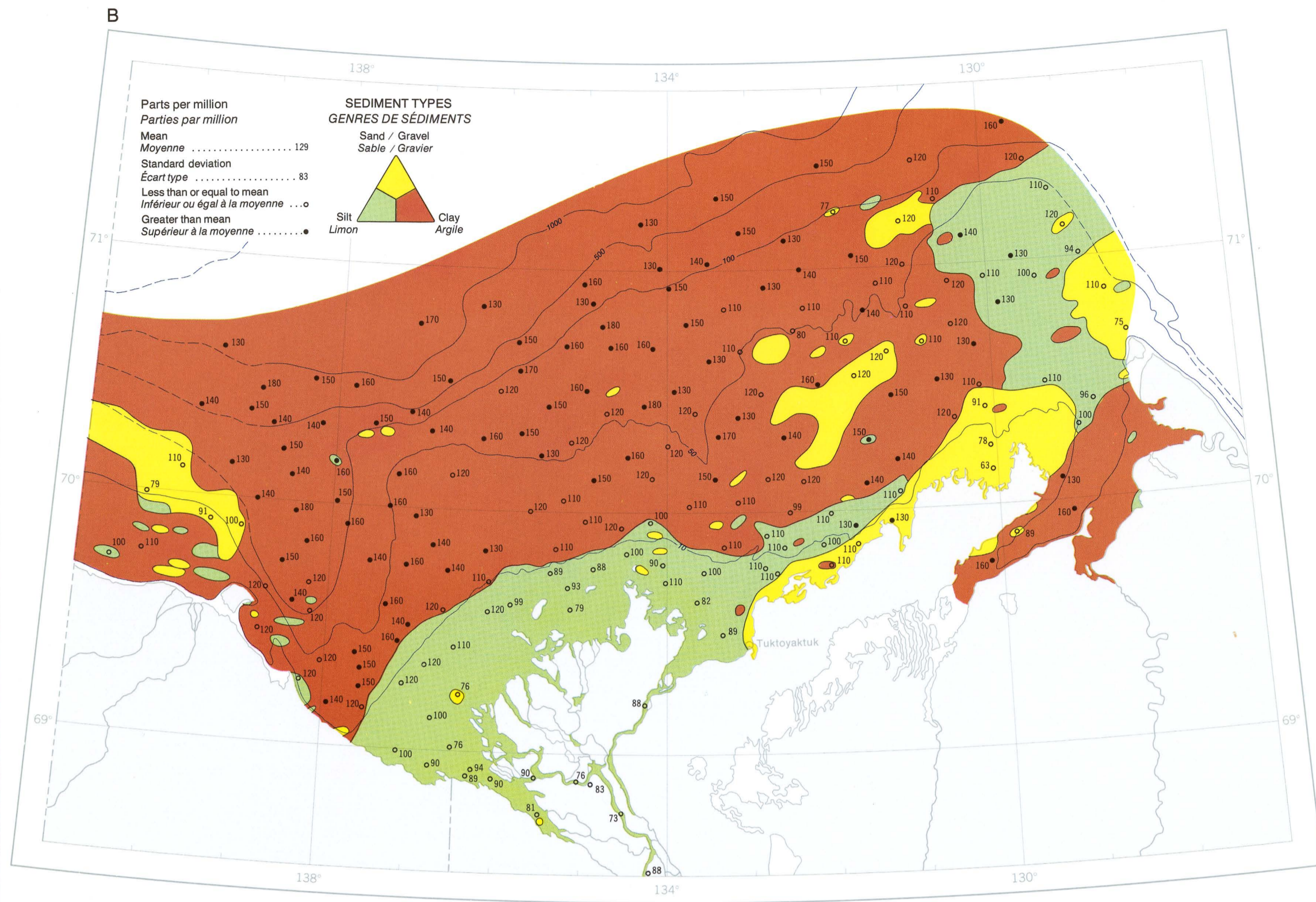
B-Bore. Les plus fortes concentrations (130 à 180 ppM) se trouvent dans les argiles de la dépression du Mackenzie, ainsi que sur le plateau extérieur et la partie supérieure du talus continental. On en rencontre également à plusieurs endroits au large de la partie est de la péninsule de Tuktoyaktuk. Les valeurs inférieures (63 à 130 ppM) caractérisent surtout les limons déposés au large du delta du Mackenzie et de la péninsule de Tuktoyaktuk; on les observe dans les parties médianes du plateau de la mer de Beaufort le long d'un axe nord-est et, généralement, dans toutes les parties du plateau à l'ouest de l'île Herschel.

Ba - Barium. Les fortes concentrations (880 à 1000 ppM) sont réparties sur une surface très vaste, mais elles semblent se manifester dans les dépôts d'argile plus que dans tout autre sédiment. En revanche, l'intervalle inférieur (520 à 880 ppM) est davantage associé aux sédiments grossiers, dans toutes les parties du plateau de la mer de Beaufort à l'ouest de l'île Herschel, dans l'est du plateau et à quelques endroits isolés autour du delta du Mackenzie. Nota: le dernier chiffre de la valeur indiquée n'est pas significatif.

Cl - Chlore. Les fortes concentrations (5300 à 9600 ppM) de ce minéral sont presque exclusivement associées aux dépôts d'argile de la dépression du Mackenzie, du centre du plateau de la mer de Beaufort et de la partie supérieure du talus. Les concentrations inférieures (100 à 5300 ppM) s'observent surtout dans les dépôts de sédiments grossiers sur le plateau de la mer de Beaufort à l'ouest de l'île Herschel, dans le delta du Mackenzie, dans toute la zone côtière à l'est et dans la majeure partie de l'est du plateau. Nota: les deux derniers chiffres des valeurs indiquées ne sont pas significatifs, en raison de l'emploi de méthodes analytiques.

Co - Cobalt. Les concentrations maximales (13 à 31 ppM) se trouvent au large du delta du Mackenzie, en milieu côtier à l'est et dans une zone qui englobe le plateau extérieur de la mer de Beaufort et la partie supérieure du talus. Les valeurs inférieures (10 à 13 ppM) se limitent généralement au plateau de la mer de Beaufort et au delta du Mackenzie.

B.R. Pelletier et Dale E. Buckley



## DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS

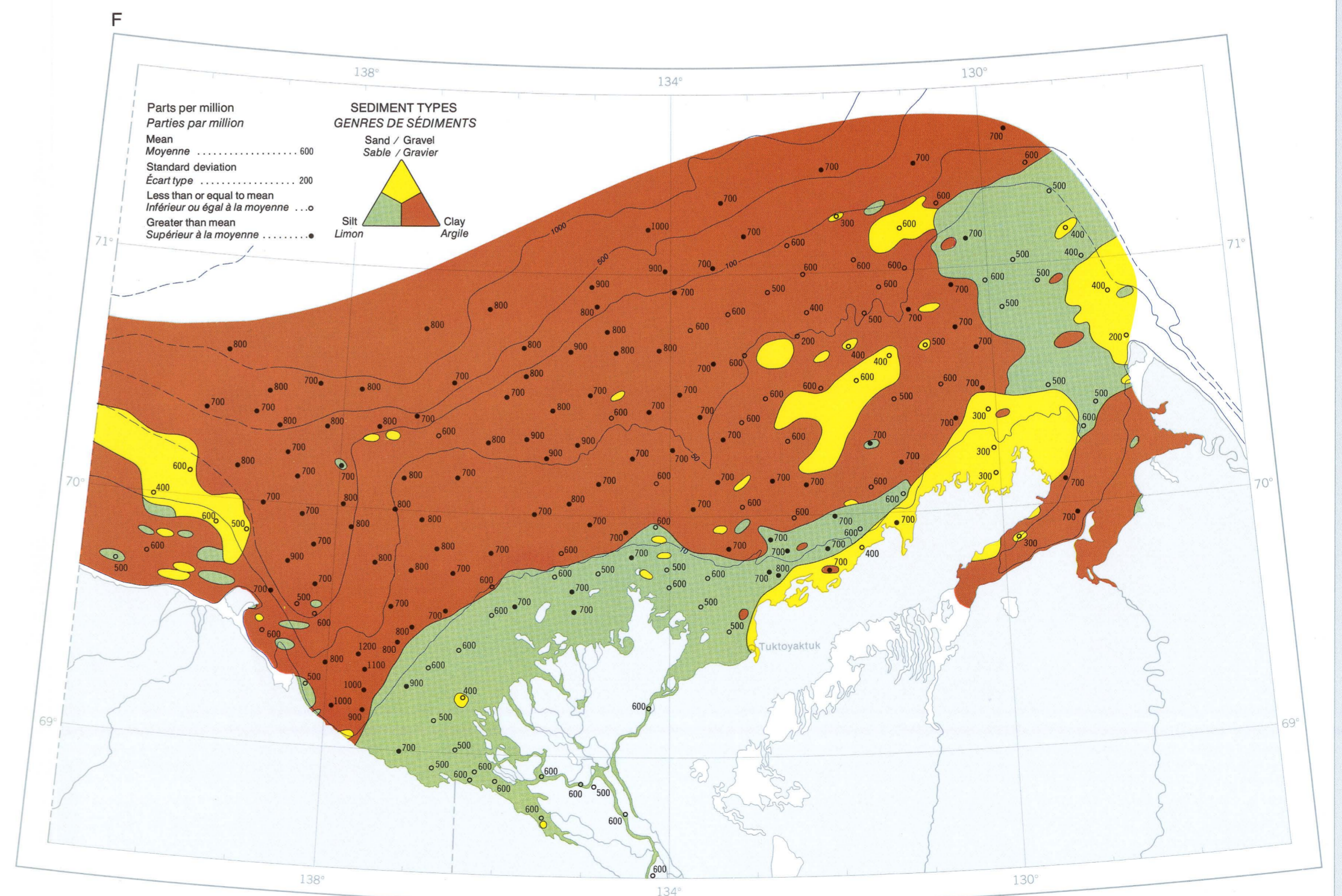
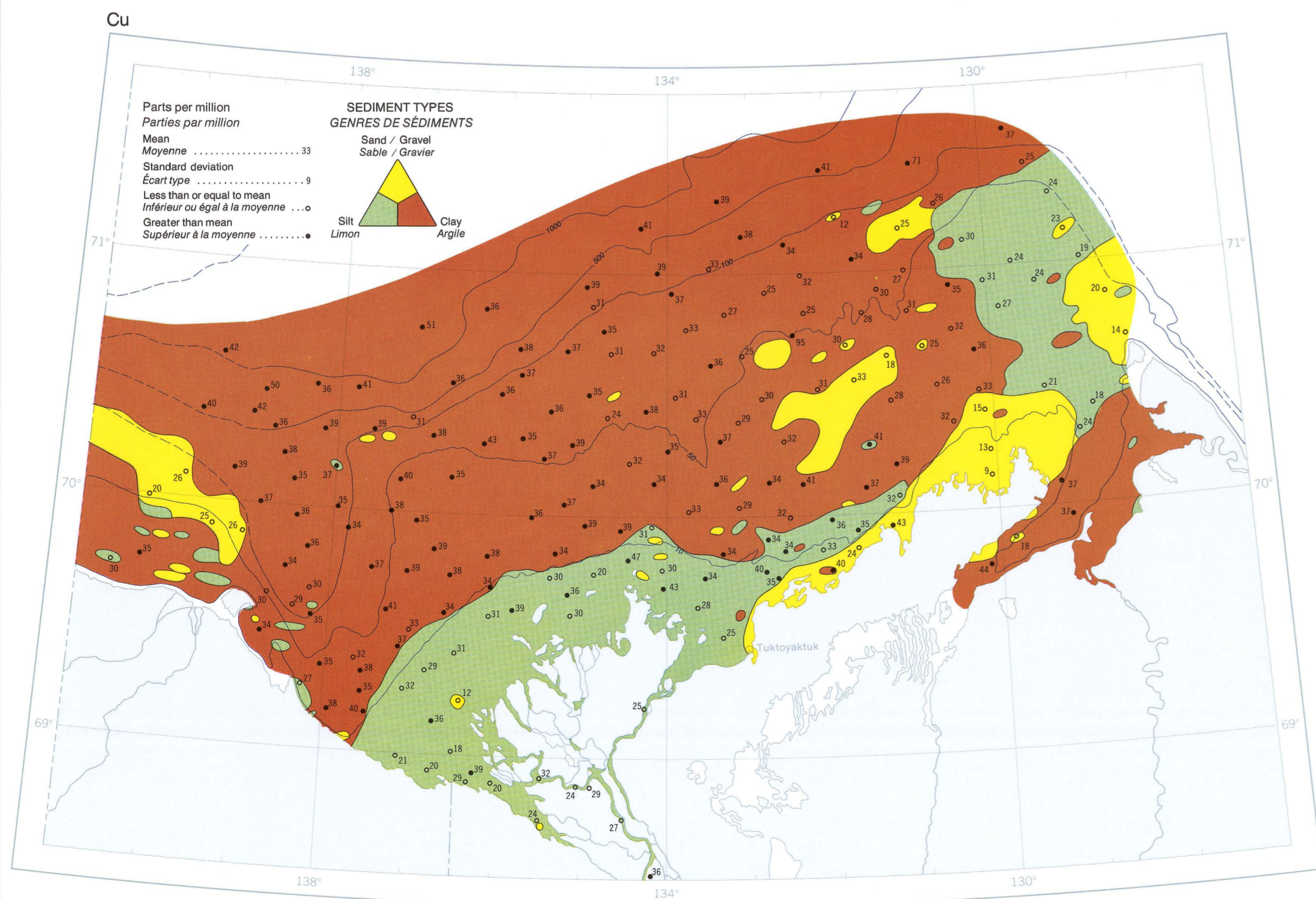
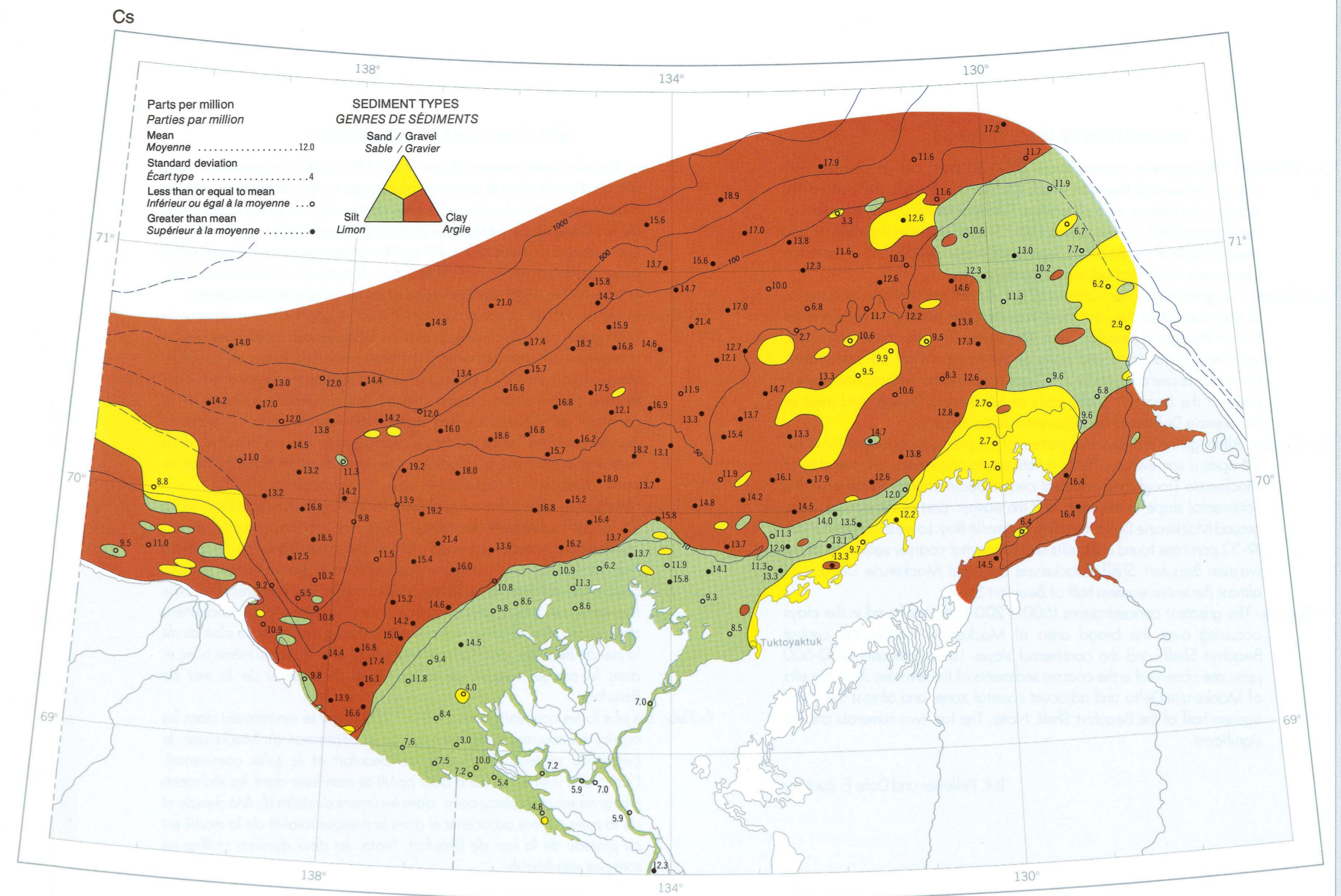
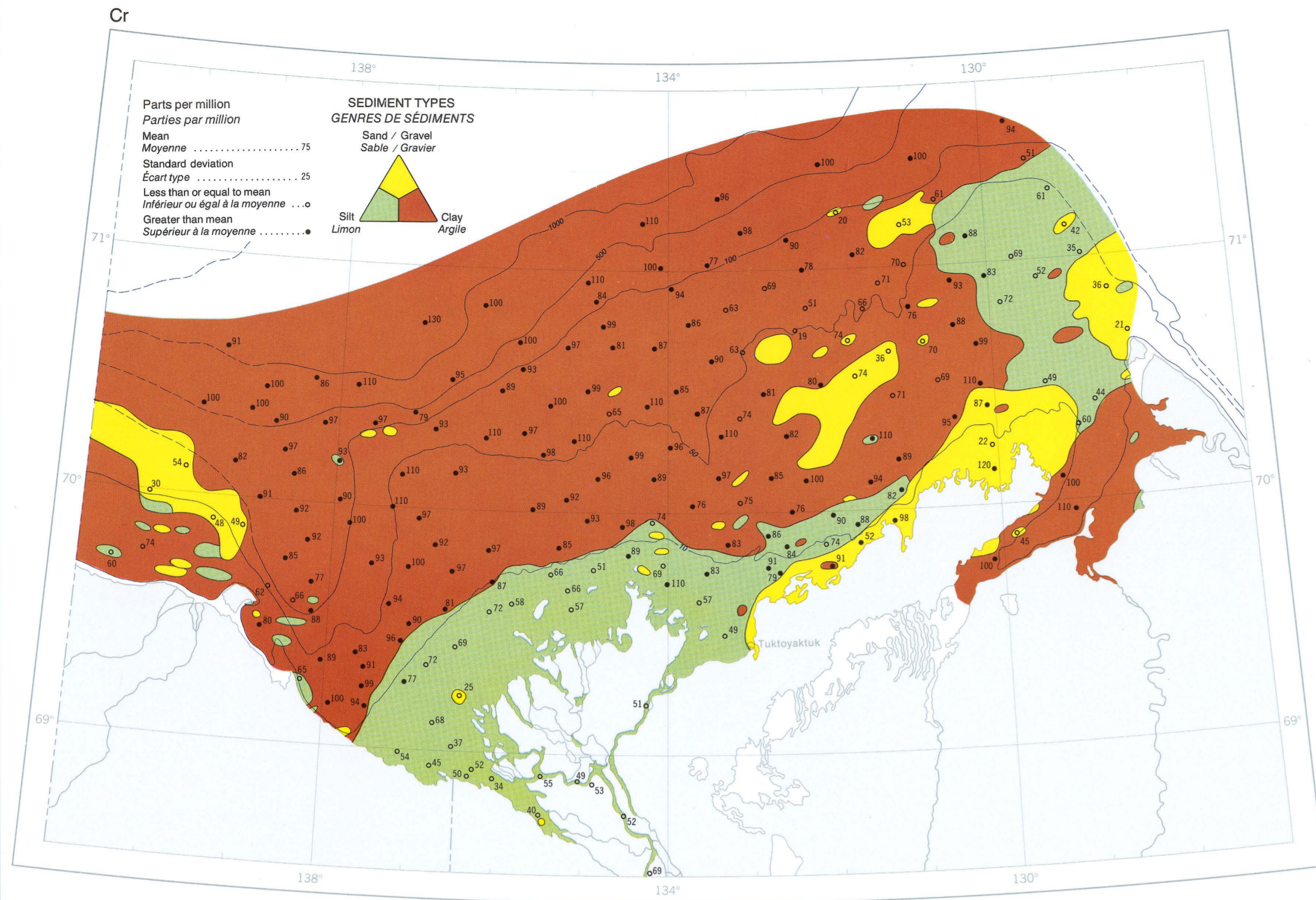
- Cr - Chromium. The greatest concentrations (75-130 ppm) are associated with clay in the central Beaufort Shelf, Mackenzie Trough, the continental slope, in the inshore area off eastern Tuktoyaktuk Peninsula, and parts of the eastern shelf. Lower values (10-75 ppm) occur in the eastern and western ends of the Beaufort Shelf at all water depths, and in the entire Mackenzie Delta and adjacent coastal zones.
- Cs - Cesium. The greatest concentrations (12-21.4 ppm) are similar in occurrence to chromium in that they are found in association with clay over a greater part of the central Beaufort Shelf, Mackenzie Trough, continental slope, and the coastal zone and parts of the eastern shelf off Tuktoyaktuk Peninsula. Lesser amounts (1.7-12 ppm) occur in the western and eastern parts of the Beaufort Shelf, parts of Mackenzie Trough, and most of Mackenzie Delta and the adjacent coastal area.
- Cu - Copper. Although the distributional pattern of the greatest concentrations (33-95 ppm) is somewhat diffuse, a noticeable occurrence is in the clay of Mackenzie Trough and adjacent central Beaufort Shelf to the east, the continental slope to the north, and the eastern part of the coastal zone around Mackenzie Delta including Kugmallit Bay. Lowest concentrations (9-33 ppm) are found in the silts and somewhat coarser sediments of the western Beaufort Shelf, Mackenzie Bay and Mackenzie Delta, and almost the entire eastern half of Beaufort Shelf.
- F - Fluorine. The greatest concentrations (600-1 200 ppm) are found in the clays occurring over the broad area of Mackenzie Trough, the central Beaufort Shelf, and the continental slope. Lesser amounts (200-600 ppm) are observed in the coarser sediments of the western shelf, the silts of Mackenzie Delta and adjacent coastal zone, and almost the entire eastern half of the Beaufort Shelf. Note: The last two numerals are not significant.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## RÉPARTITION DES OLIGO-ÉLÉMENTS

- Cr - Chrome. Les plus fortes concentrations (75 à 130 ppM) sont associées à des dépôts d'argile dans le centre du plateau de la mer de Beaufort, dans la dépression du Mackenzie, sur le talus continental, en milieu côtier à l'est de la péninsule de Tuktoyaktuk et dans des parties de l'est du plateau. Les valeurs inférieures (10 à 75 ppM) s'observent aux extrémités est et ouest du plateau de la mer de Beaufort, à toutes les profondeurs d'eau, et dans tout le delta du Mackenzie et les zones côtières adjacentes.
- Cs - Césium. Les plus fortes concentrations (12 à 21,4 ppM) ont une répartition analogue à celle du chrome, puisqu'on les trouve associées à des dépôts d'argile sur une grande partie du plateau central de la mer de Beaufort, dans la dépression du Mackenzie, sur le talus continental, ainsi que dans la zone côtière et dans des parties de l'est du plateau au large de la péninsule de Tuktoyaktuk. Les valeurs inférieures (1,7 à 12 ppM) se manifestent dans l'ouest et l'est du plateau de la mer de Beaufort, dans certaines parties de la dépression du Mackenzie et dans la majeure partie du delta du Mackenzie et de la côte adjacente.
- Cu - Cuivre. Malgré une répartition assez diffuse, les plus fortes concentrations (33 à 95 ppM) s'observent facilement dans les dépôts d'argile de la dépression du Mackenzie et du plateau central de la mer de Beaufort à l'est, sur le talus continental au nord et dans la partie est de la zone côtière qui entoure le delta du Mackenzie et qui comprend la baie Kugmallit. Les plus faibles concentrations (9 à 33 ppM) se rencontrent dans les limons et sédiments un peu plus grossiers de l'ouest du plateau de la mer de Beaufort, dans la baie Mackenzie et le delta du même nom, et dans la presque totalité de la moitié est du plateau de la mer de Beaufort.
- F - Fluor. Les plus fortes concentrations (600 à 1 200 ppM) se rencontrent dans les argiles qui couvrent toute l'étendue de la dépression du Mackenzie, le centre du plateau de la mer de Beaufort et le talus continental. L'intervalle inférieur (200 à 600 ppM) se manifeste dans les sédiments plus grossiers du plateau ouest, dans les limons du delta du Mackenzie et de la zone côtière adjacente et dans la presque totalité de la moitié est du plateau de la mer de Beaufort. Nota: les deux derniers chiffres ne sont pas significatifs.

B.R. Pelletier et Dale E. Buckley



Lambert Conformal Conic Projection  
Standard Parallel 66° 30' N and 71° 30' N  
Projection conique conforme de Lambert  
parallèles standard 66° 30' N et 71° 30' N

## DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS

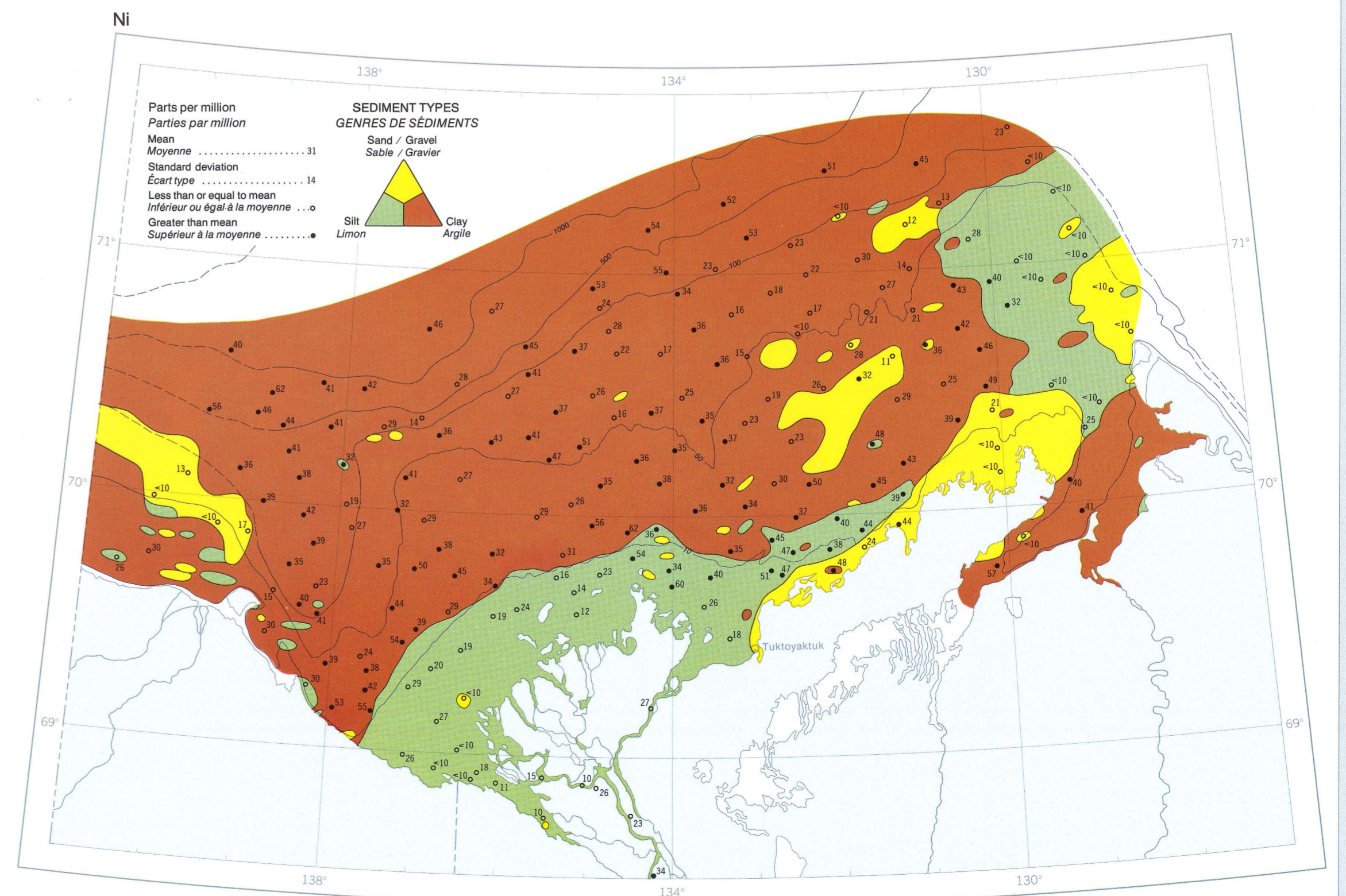
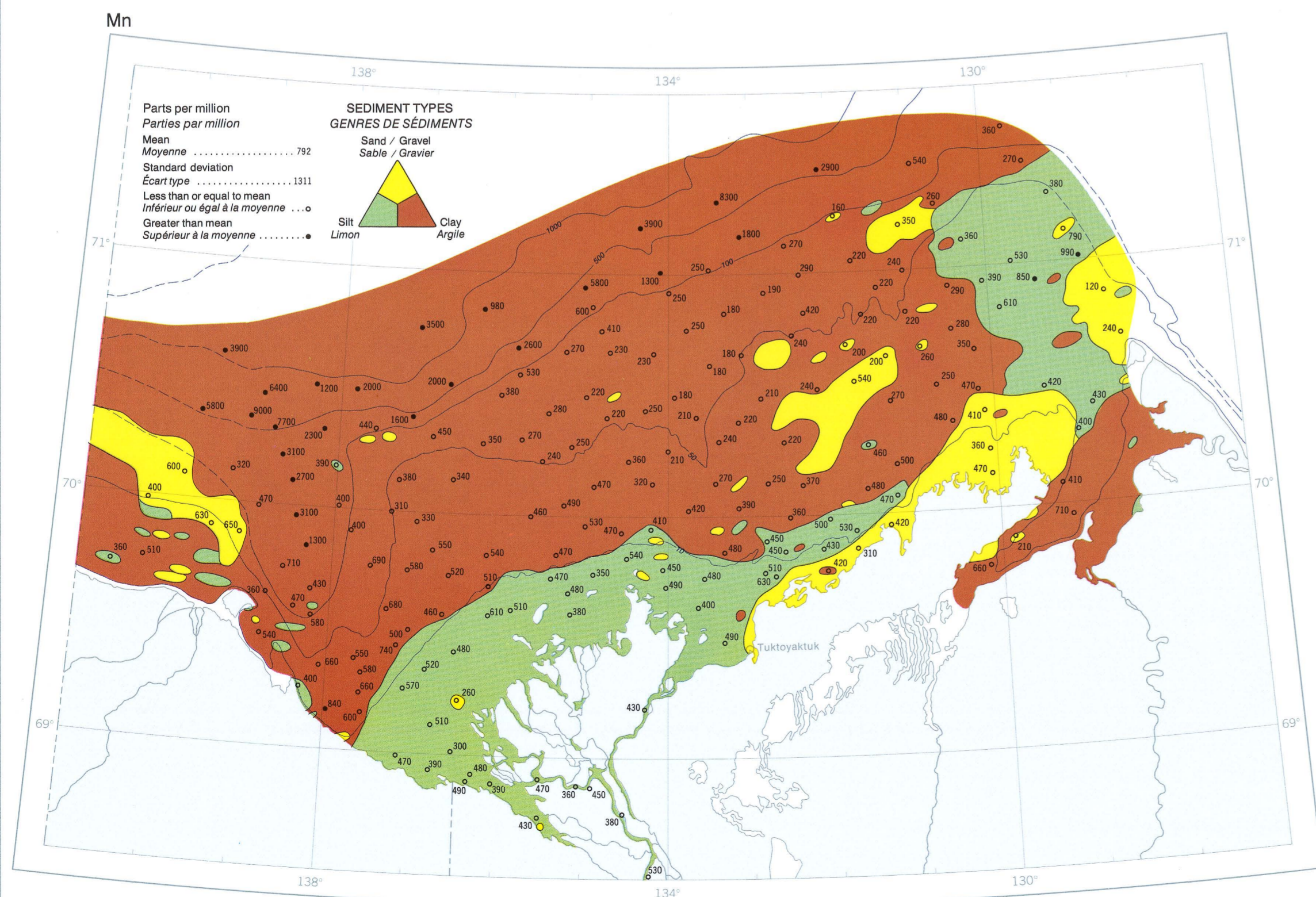
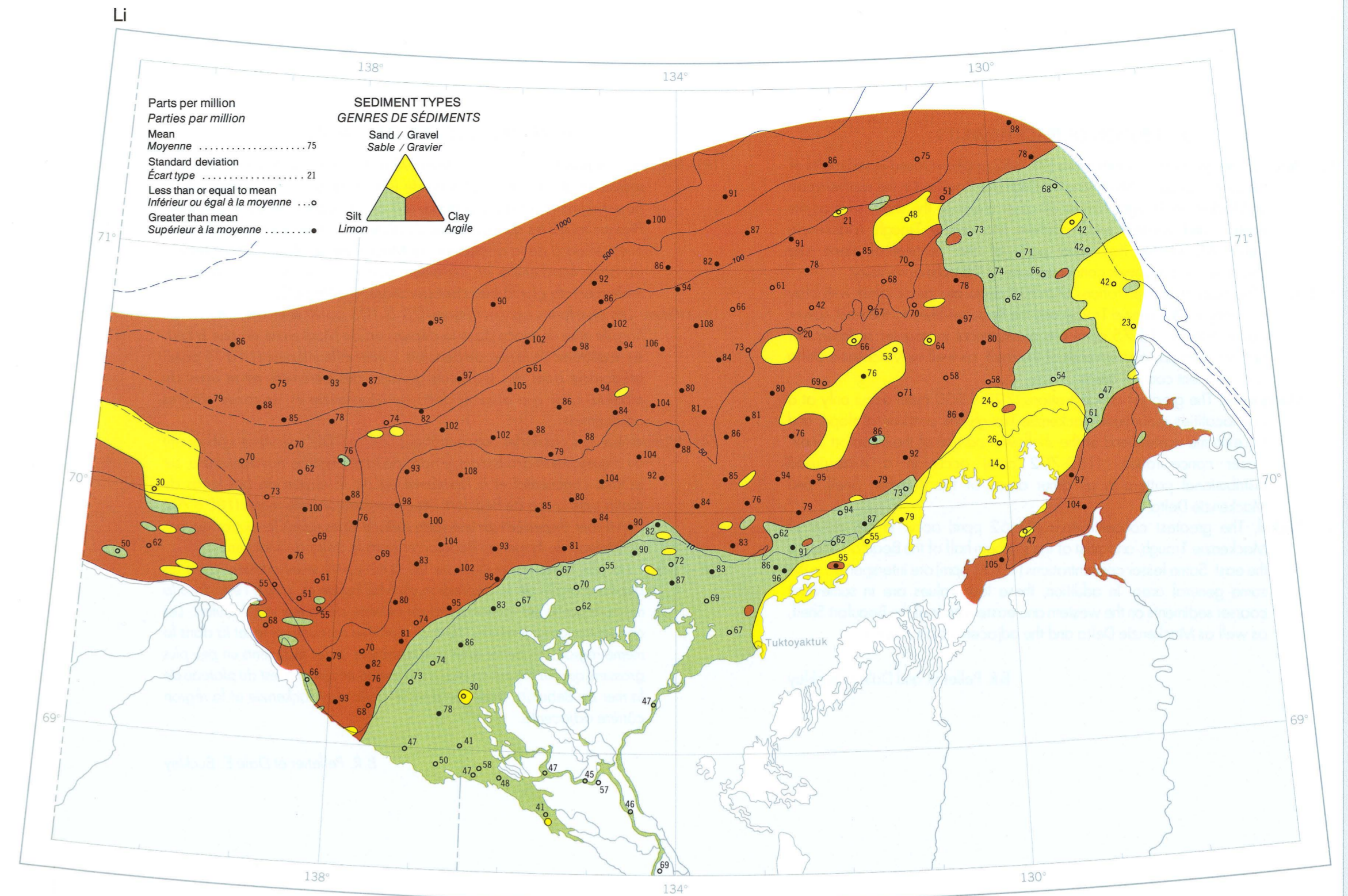
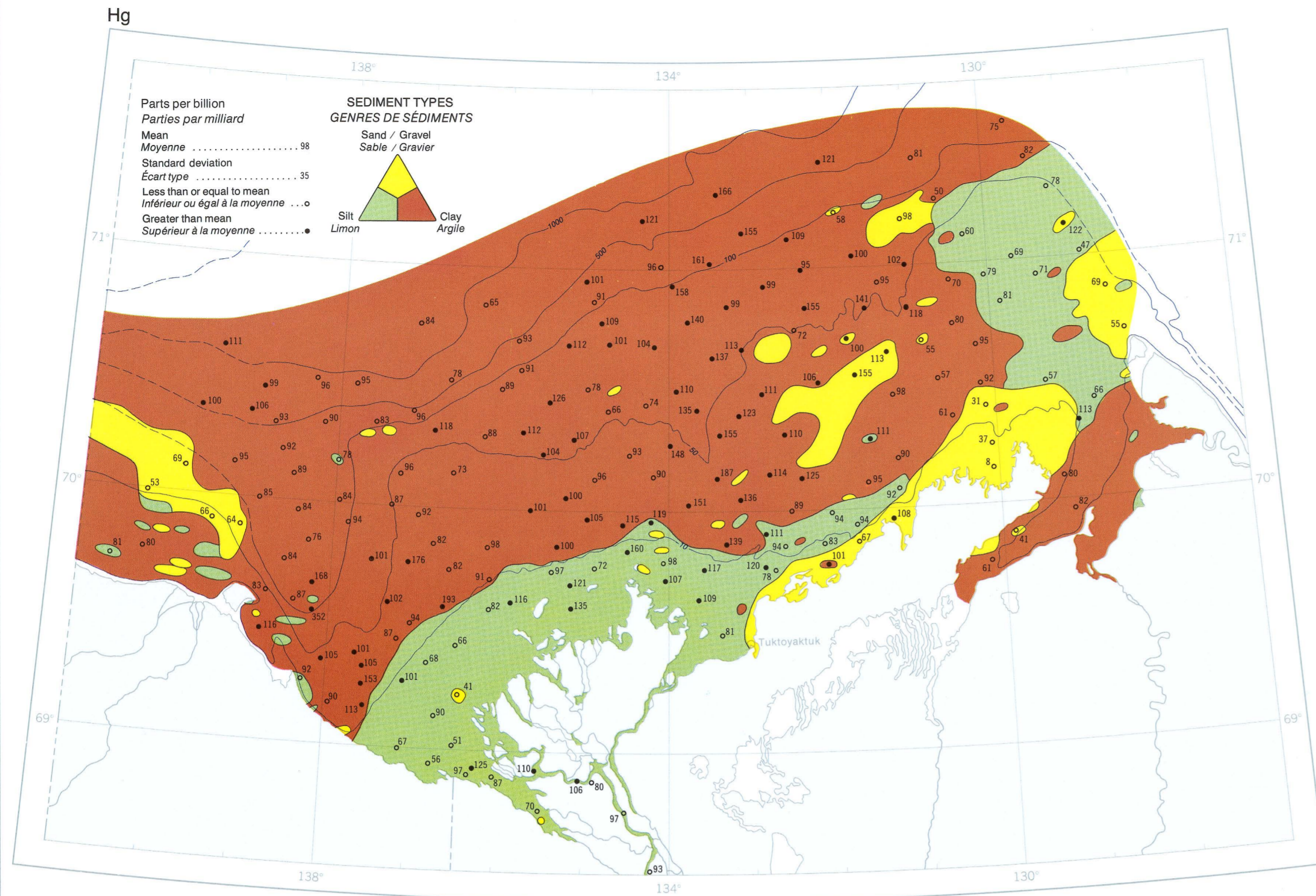
- Hg – Mercury. The greatest concentrations (98-352 ppb) are found in sediments of the central Beaufort Shelf lying off Kugmallit Bay, and in the southern part of Mackenzie Trough. Almost all other areas of the shelf, such as the eastern and western ends, northern Mackenzie Trough, Mackenzie Delta, Mackenzie Bay, and parts of the continental slope are characterized by lower concentrations (8-98 ppb) of mercury.
- Li – Lithium. The highest concentrations (75-108 ppm) are associated with clay occurring in Mackenzie Trough and the Beaufort Shelf to the east. Lower concentrations (14-75 ppm) are predominant in coarser sediments of both western and eastern ends of the shelf, as well as Mackenzie Delta and adjacent coastal areas.
- Mn – Manganese. The greatest concentrations (792-9 000 ppm) occur only at a few localities in northern Mackenzie Trough, the continental slope, and the extreme eastern end of the shallower portion of the Beaufort Shelf. Lesser concentrations (180-792 ppm) occur in a widespread distributional pattern in all other areas of the Beaufort Shelf, and Mackenzie Delta.
- Ni – Nickel. The greatest concentrations (31-62 ppm) occur in the clays of Mackenzie Trough, and most of the southern half of the Beaufort Shelf to the east. Some lesser concentrations (10-31 ppm) are interspersed in the same general area. In addition, these low values are in somewhat coarser sediments on the western and eastern ends of the Beaufort Shelf, as well as Mackenzie Delta and the adjacent coastal area.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## RÉPARTITION DES OLIGO-ÉLÉMENTS

- Hg - Mercure. Les plus fortes concentrations (98 à 352 ppG) se trouvent dans des sédiments du centre du plateau de la mer de Beaufort au large de la baie Kugmallit, et dans la partie sud de la dépression du Mackenzie. Presque toutes les autres régions du plateau, comme les extrémités est et ouest, le nord de la dépression du Mackenzie, le delta du Mackenzie, la baie Mackenzie et certaines parties du talus continental, en renferment de plus faibles concentrations (8 à 98 ppG).
- Li - Lithium. Les plus fortes concentrations (75 à 108 ppM) sont associées à de l'argile mise en place dans la dépression du Mackenzie et, plus à l'est, sur le plateau de la mer de Beaufort. L'intervalle inférieur (14 à 75 ppM) prédomine dans des sédiments grossiers des extrémités est et ouest du plateau, ainsi que dans le delta du Mackenzie et les zones côtières adjacentes.
- Mn - Manganèse. Les plus fortes concentrations (792 à 9 000 ppM) ne s'observent qu'à quelques endroits dans le nord de la dépression du Mackenzie, sur le talus continental et à l'extrémité est de la région de bas-fonds du plateau de la mer de Beaufort. Les concentrations inférieures (180 à 792 ppM) sont dispersées sur une vaste surface dans toutes les autres régions du plateau de la mer de Beaufort et dans le delta du Mackenzie.
- Ni - Nickel. Les plus fortes concentrations (31 à 62 ppM) se manifestent dans les dépôts d'argile de la dépression du Mackenzie et, plus à l'est, dans la majeure partie de la moitié sud du plateau de la mer de Beaufort. Les concentrations inférieures (10 à 31 ppM) se rencontrent ici et là dans la même région; en outre, elles sont associées à des sédiments un peu plus grossiers qui ont été mis en place aux extrémités est et ouest du plateau de la mer de Beaufort, ainsi que dans le delta du Mackenzie et la région côtière adjacente.

B.R. Pelletier et Dale E. Buckley



Lambert Conformal Conic Projection,  
Standard Parallels 68°N, 74°N and 79°N  
Projection conforme conique de Lambert,  
parallèles standard 68°N, 74°N et 79°N

## DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS

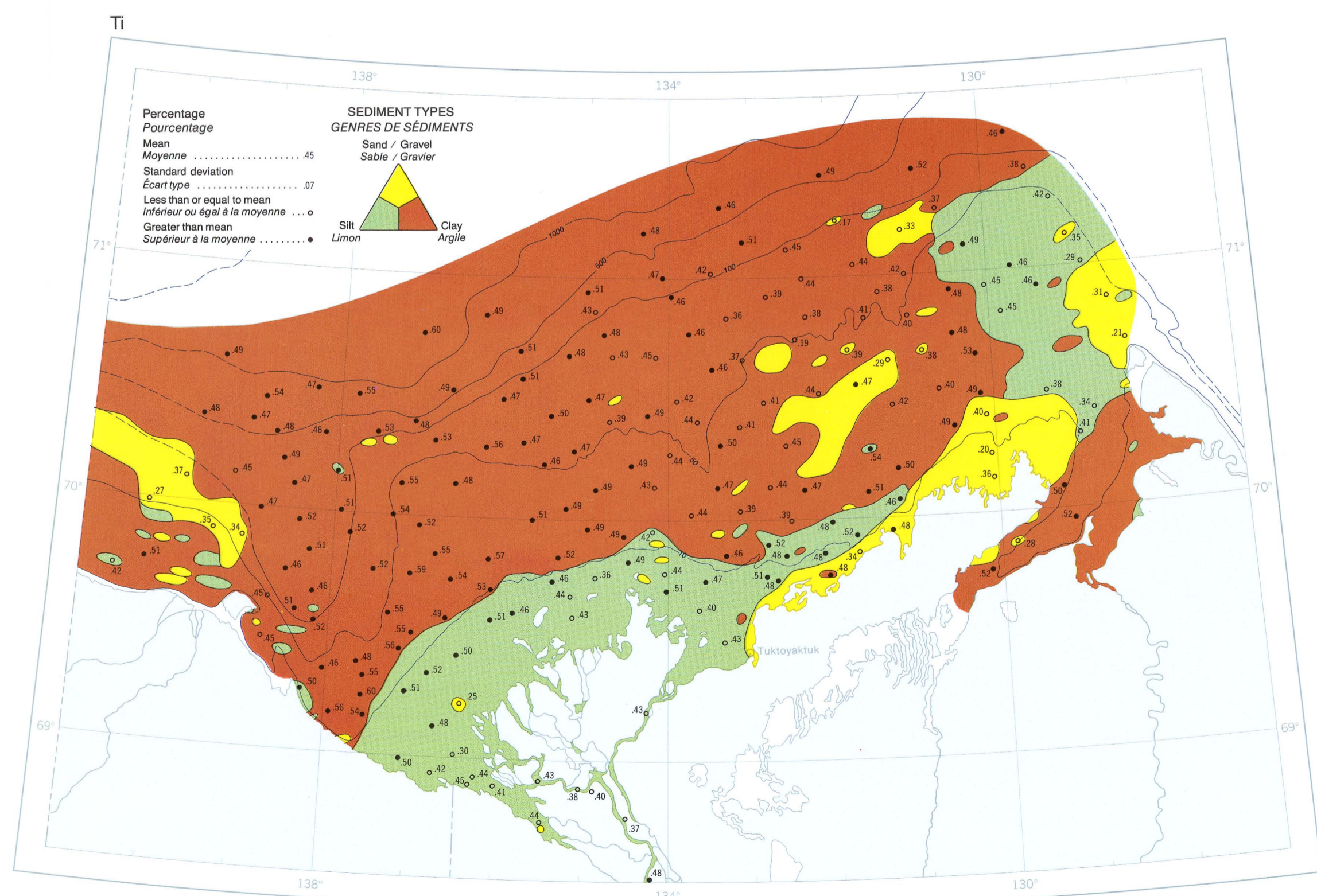
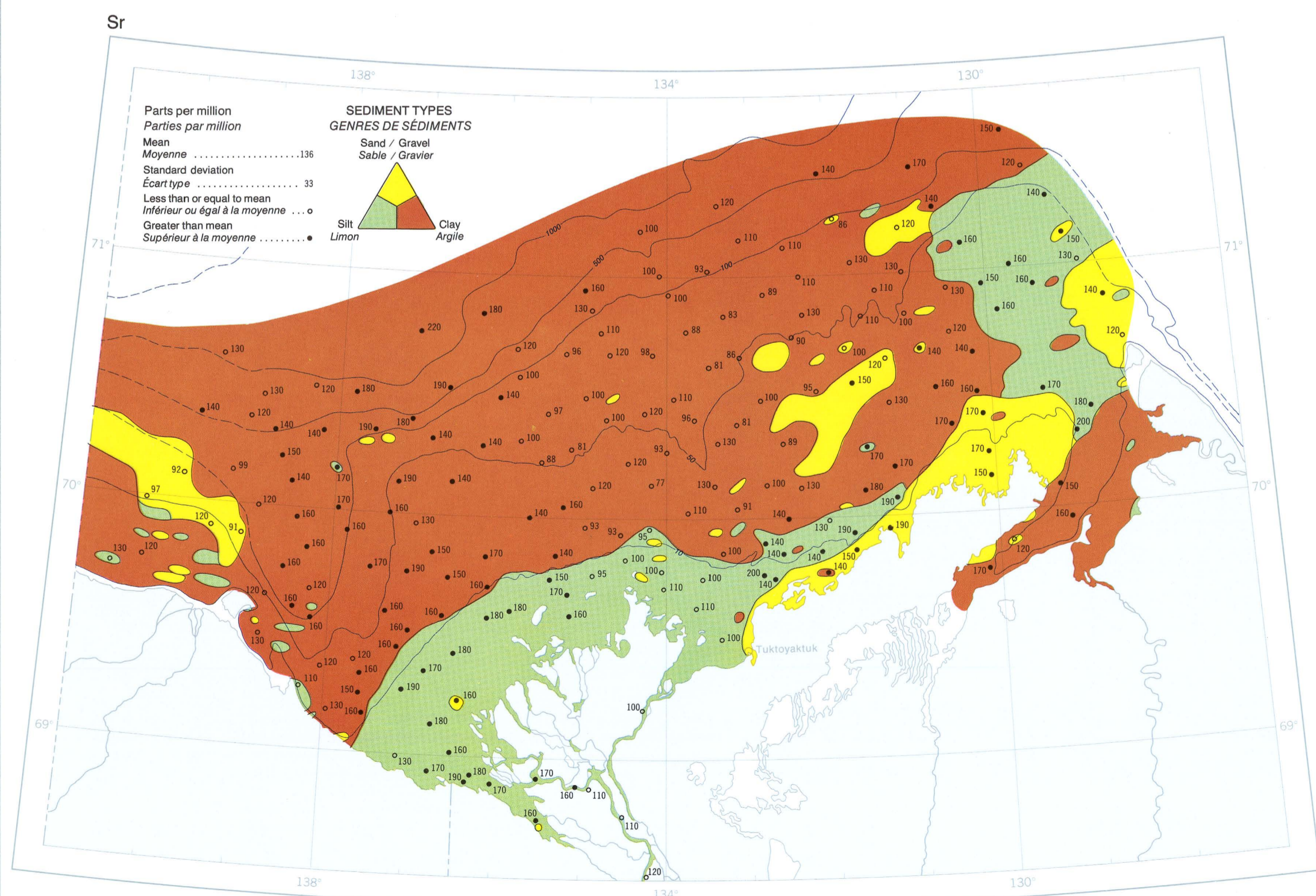
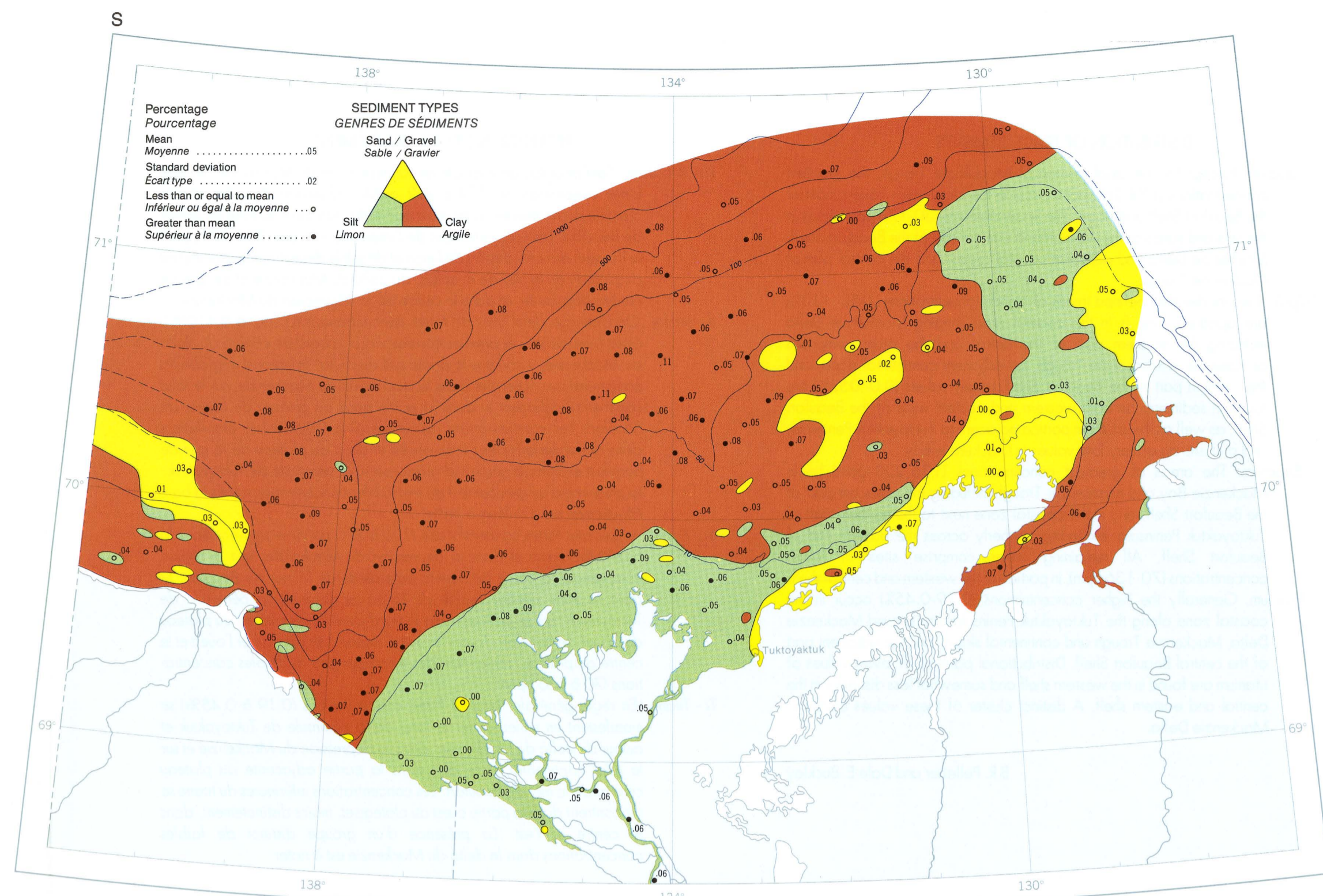
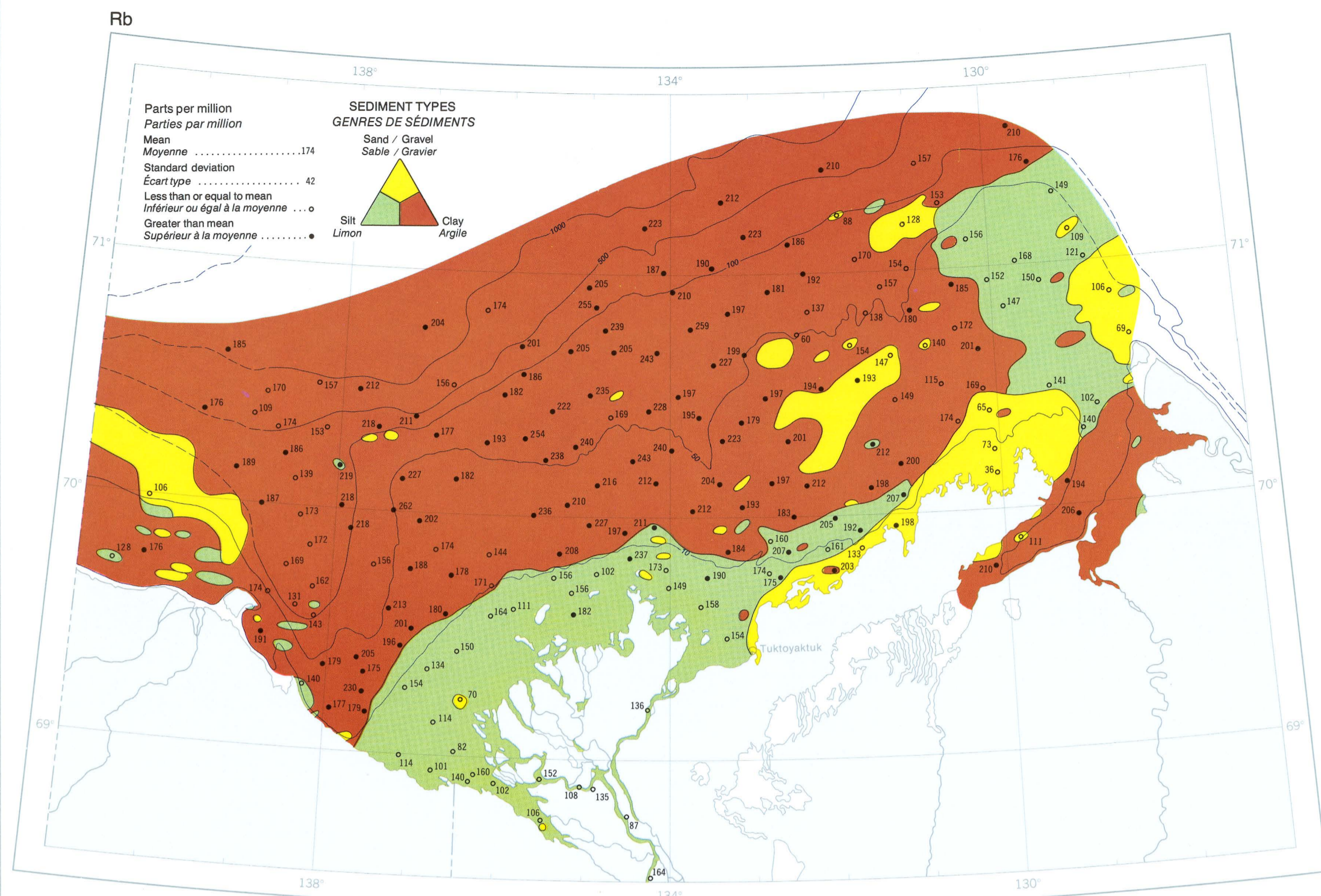
- Rb – Rubidium. Except for the axial portion of Mackenzie Trough, the greatest concentrations (174-262 ppm) occur in the clay which covers most of the Beaufort Shelf and slope. The lesser amounts (30-174 ppm) occur in the silts and sands of the western and eastern end of the Beaufort Shelf, Mackenzie Delta and adjacent coastal areas, and the central part of Mackenzie Trough.
- S – Sulphur. Two moderately defined trends of higher concentrations (0.052-1.10%) are apparent: one is in the coastal area fringing Mackenzie Delta including the southern part of the delta; and the other comprises occurrences in Mackenzie Trough, the adjacent continental slope, and the northern part of the Beaufort Shelf. Lesser values (0.0-0.052%) are found in sediments on both western and eastern ends of the Beaufort Shelf, as well as the southern portion adjacent to Tuktoyaktuk Peninsula, and a clustering of very low values in Mackenzie Bay.
- Sr – Strontium. The areas of greatest concentrations (136-220 ppm) lie in Mackenzie Bay and Mackenzie Trough including the adjacent part of the Beaufort Shelf, and in the coastal zone next to the northern part of Tuktoyaktuk Peninsula, extending northerly across the eastern end of Beaufort Shelf. All remaining areas comprise sites of lower concentrations (70-136 ppm), in particular the western and central shelf.
- Ti – Titanium. Generally the higher concentrations (0.19-0.45%) occur in the coastal zone along the Tuktoyaktuk Peninsula and around Mackenzie Delta, Mackenzie Trough and continental slope, and the adjacent part of the central Beaufort Shelf. Distributional patterns of lower values of titanium are found in the western shelf and somewhat less distinctly in the central and eastern shelf. A distinct cluster of these values occurs in Mackenzie Delta.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## RÉPARTITION DES OLIGO-ÉLÉMENTS

- Rb – Rubidium. Sauf pour la partie axiale de la dépression du Mackenzie, les plus fortes concentrations (174 à 262 ppM) s'observent dans les dépôts d'argile qui recouvrent la majeure partie du plateau et du talus de la mer de Beaufort. Les concentrations de l'intervalle inférieur (30 à 174 ppM) se trouvent dans les dépôts de limon et de sable des extrémités ouest et est du plateau de la mer de Beaufort, du delta du Mackenzie et de la zone côtière adjacente, et dans le centre de la dépression du Mackenzie.
- S – Soufre. On distingue deux axes de fortes concentrations (0,052 à 0,110%), assez bien définis: le premier correspond à la bordure côtière du delta du Mackenzie, y compris la partie sud du delta; le second englobe les concentrations observées dans la dépression du Mackenzie, sur le talus continental adjacent et dans la partie nord du plateau de la mer de Beaufort. Les concentrations inférieures (0 à 0,052%) se manifestent dans des sédiments des extrémités est et ouest du plateau de la mer de Beaufort et dans la partie sud adjacente à la péninsule de Tuktoyaktuk; la présence d'un groupement de très faibles concentrations dans la baie Mackenzie est d'ailleurs à noter.
- Sr – Strontium. Les plus fortes concentrations (136 à 220 ppM) se trouvent dans la baie Mackenzie et dans la dépression du Mackenzie, soit la région comprenant la partie adjacente du plateau de la mer de Beaufort, et dans la zone côtière voisine de la partie nord de la péninsule de Tuktoyaktuk, qui se prolonge vers le nord dans l'extrémité est du plateau de la mer de Beaufort. Toutes les autres régions, en particulier l'ouest et le centre du plateau, renferment des emplacements de faibles concentrations (70 à 136 ppM).
- Ti – Titane. En règle générale, les plus fortes concentrations (0,19 à 0,45%) se manifestent en milieu côtier le long de la péninsule de Tuktoyaktuk et autour du delta du Mackenzie, dans la dépression du Mackenzie et sur le talus continental, ainsi que dans la partie adjacente du plateau central de la mer de Beaufort. Les concentrations inférieures du titane se rencontrent dans la partie ouest du plateau et, moins distinctement, dans le centre et l'est. La présence d'un groupe distinct de faibles concentrations dans le delta du Mackenzie est à noter.

B.R. Pelletier et Dale E. Buckley





## DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS

V - Vanadium. One large general area comprises sediments, chiefly clay, with the higher concentrations (204-350 ppm) of vanadium. This is Mackenzie Trough and the contiguous parts of the Beaufort Shelf extending easterly, and almost the entire continental slope. Lower values (48-204 ppm) are found in coarser sediments in all other areas which includes the western and eastern Beaufort Shelf at all depths of water, the coastal zone around Mackenzie Delta and along Tuktoyaktuk Peninsula, and some Mackenzie Delta distributaries.

Yb - Ytterbium. The range of values defining concentrations appears to be too restrictive for interpretative purposes. Higher concentrations (4.3-7.1 ppm) are found in a few sites in the western part of Mackenzie Bay, the coastal zone east of Mackenzie Delta and adjacent to the northern shore of Tuktoyaktuk Peninsula. Lower values (4.0-4.3 ppm, although many are less but undetermined in the analysis) occur in all classes of sediments over the entire region.

Zn - Zinc. One general area of higher concentrations (127-200 ppm) occurs in the coastal zone of Mackenzie Delta and Tuktoyaktuk Peninsula, and continues seaward over the central Beaufort Shelf and Mackenzie Trough. Lower concentrations (60-127 ppm) are found on the western and eastern portions of the shelf, and in Mackenzie Delta.

Zr - Zirconium. Small clusterings of higher concentrations (160-340 ppm) are found in Mackenzie Delta, the eastern and western ends of the Beaufort Shelf, and the continental slope adjacent to the central shelf. The lower values (84-160 ppm) are widespread over all other areas of the coastal zone, shelf, and continental slope.

Concentrations of additional elements (listed below) were determined, but no variation in the values for individual elements was observed.

Concentration of elements in ppm at all sample stations.

Silver (Ag) <5	Molybdenum (Mo) <50
Arsenic (As) <2000	Lead (Pb) <700
Beryllium (Be) <3	Antimony (Sb) <500
Cerium (Ce) <2000	Tin (Sn) <200
Cadmium (Cd) <1	Yttrium (Y) <40
Lanthanum (La) <100	

Note: All concentrations are less than values shown, that is, less than the determination limits of the instrument.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## RÉPARTITION DES OLIGO-ÉLÉMENTS

V - Vanadium. Les fortes concentrations (204 à 350 ppM) de vanadium sont groupées dans une grande région dont les sédiments se composent surtout d'argiles. Cette région comprend la dépression du Mackenzie, les parties contiguës du plateau de la mer de Beaufort qui s'étendent vers l'est et la presque totalité du talus continental. Les concentrations inférieures (48 à 204 ppM) s'observent dans des sédiments plus grossiers dans toutes les autres régions, ce qui comprend l'ouest et l'est du plateau de la mer de Beaufort, à toutes les profondeurs, la zone côtière qui entoure le delta du Mackenzie et longe la péninsule de Tuktoyaktuk, et certains effluents du delta du Mackenzie.

Yb - Ytterbium. Les concentrations de cet élément sont contenues dans un intervalle trop étroit pour donner lieu à des interprétations utiles. Les fortes concentrations (4,3 à 7,1 ppM) se manifestent à quelques endroits dans la partie ouest de la baie Mackenzie, dans la zone côtière située à l'est du delta du Mackenzie et à côté de la rive nord de la péninsule de Tuktoyaktuk. Le bas de l'échelle (4 à 4,3 ppM, les nombreuses concentrations inférieures à 4 ppM n'ayant pu être déterminées par l'analyse) correspond à toutes les classes de sédiments de la région entière.

Zn - Zinc. Les fortes concentrations (127 à 200 ppM) occupent principalement la zone côtière du delta du Mackenzie et de la péninsule de Tuktoyaktuk, qui se prolonge dans le plateau central de la mer de Beaufort et la dépression du Mackenzie. Les concentrations inférieures (60 à 127 ppM) se manifestent dans les parties ouest et est du plateau et dans le delta du Mackenzie.

Zr - Zirconium. Les fortes concentrations (160 à 340 ppM) se présentent en petites grappes dans le delta du Mackenzie, aux extrémités est et ouest du plateau de la mer de Beaufort et sur le talus continental contigu au plateau central. Les valeurs inférieures (84 à 160 ppM) sont répandues dans toutes les autres régions du domaine côtier, du plateau et du talus continental.

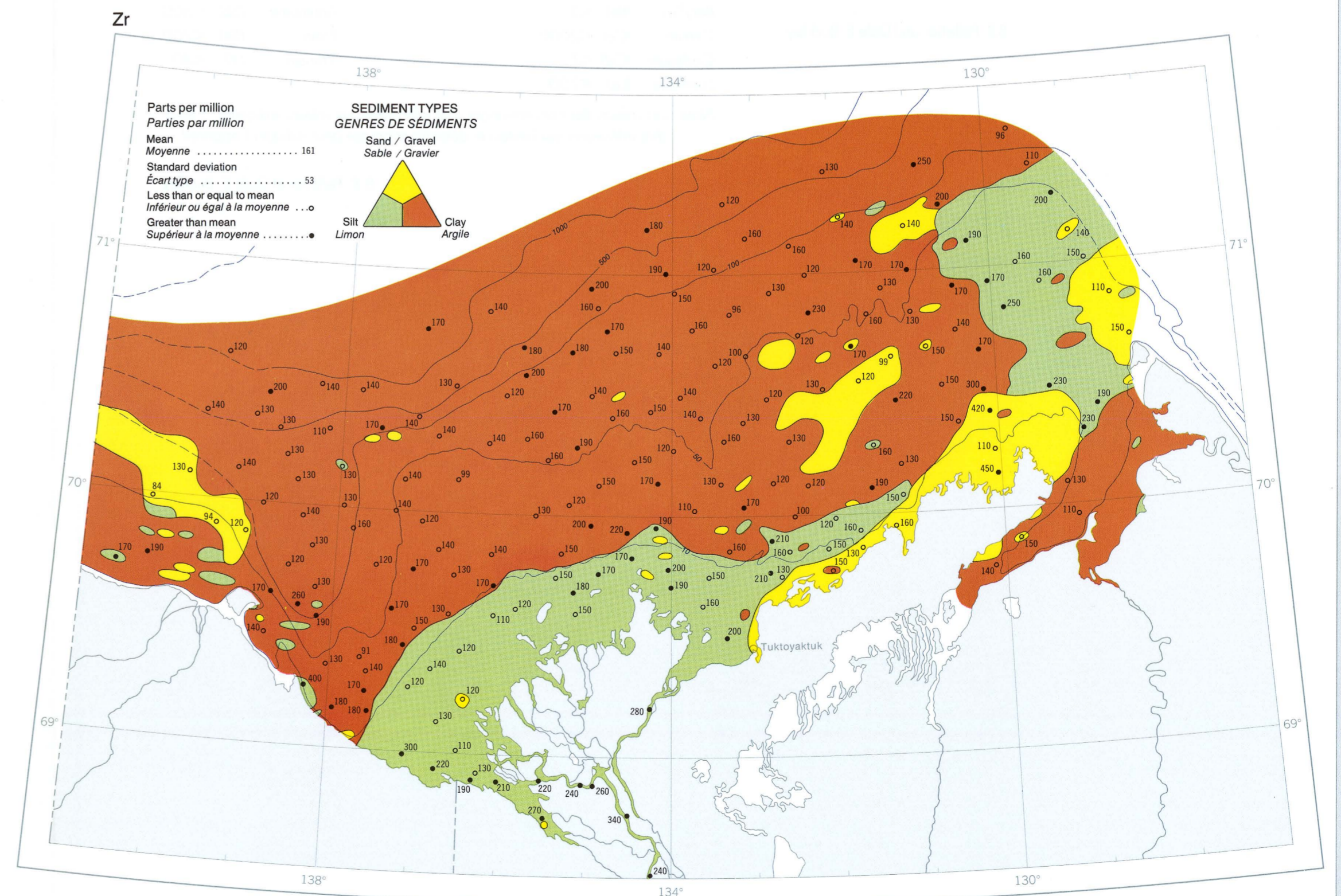
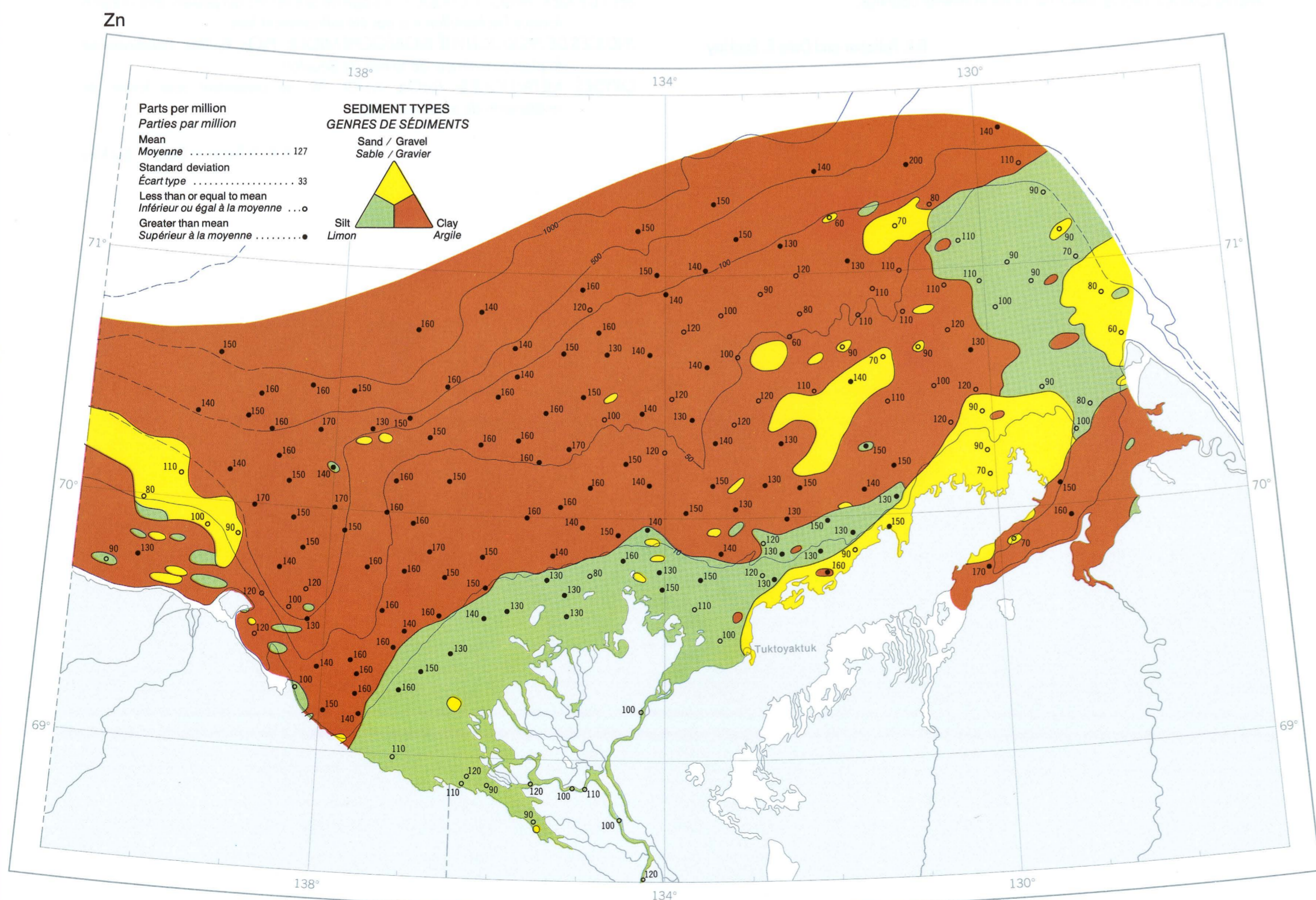
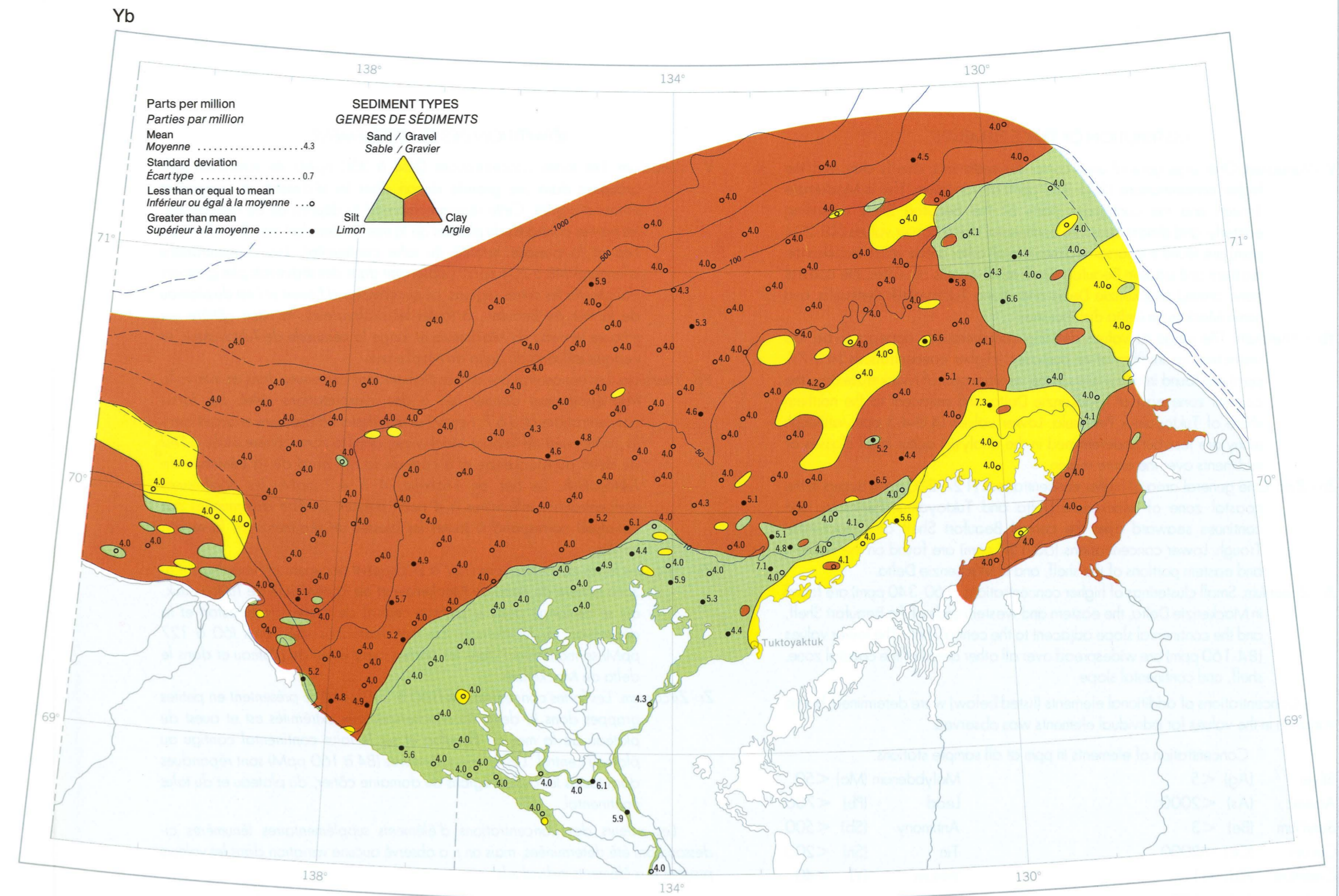
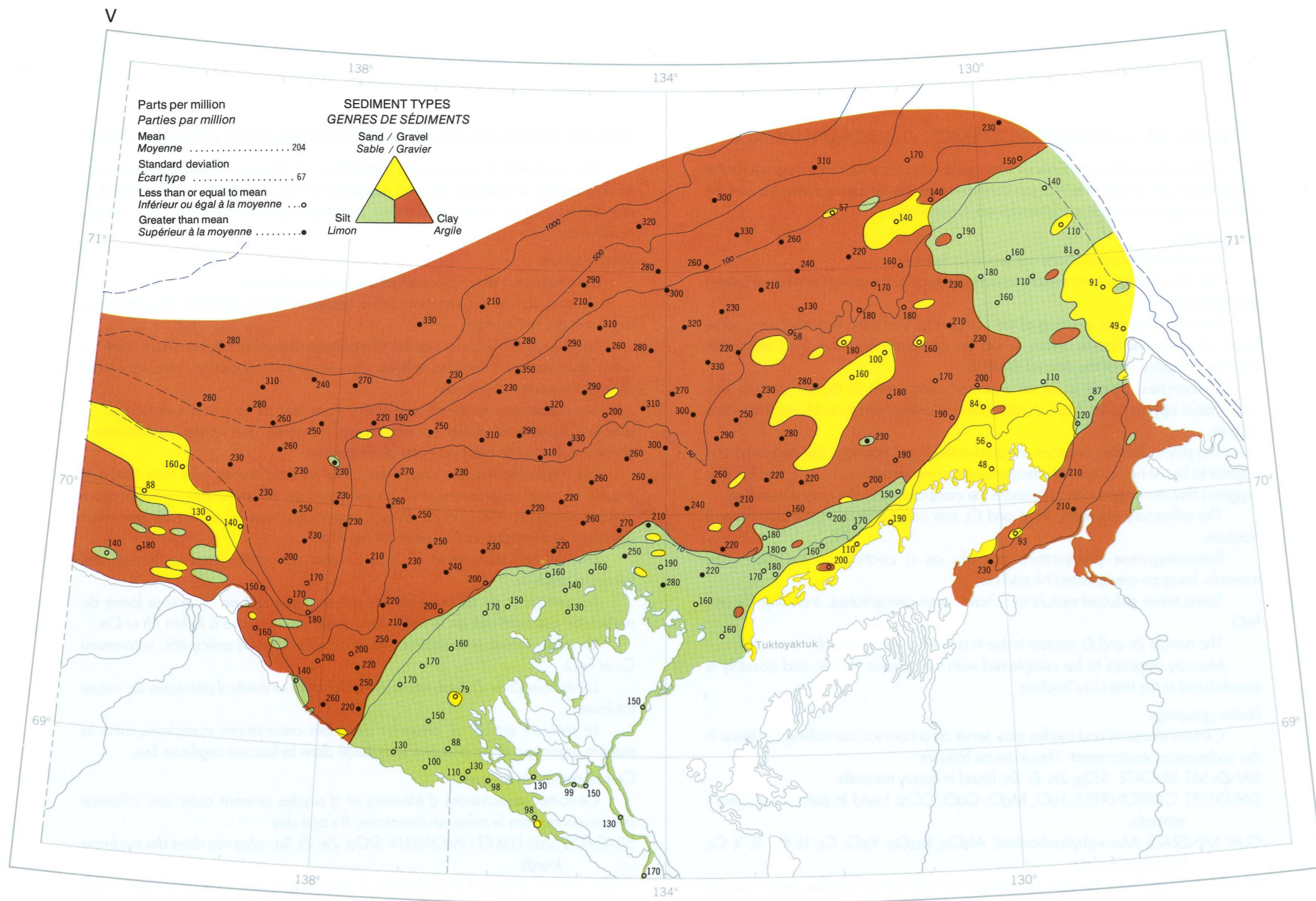
Les valeurs des concentrations d'éléments supplémentaires (énumérés ci-dessous) ont été déterminées, mais on n'a observé aucune variation dans les valeurs propres aux éléments individuels.

Concentrations des éléments en ppM à tous les lieux d'échantillonnage.

Argent (Ag) <5	Molybdène (Mo) <50
Arsenic (As) <2000	Plomb (Pb) <700
Beryllium (Be) <3	Antimoine (Sb) <500
Cérium (Ce) <2000	Étain (Sn) <200
Cadmium (Cd) <1	Yttrium (Y) <40
Lanthane (La) <100	

Nota: Les valeurs des concentrations sont inférieures aux valeurs indiquées, c'est-à-dire inférieures aux limites de détermination que peut indiquer l'appareil.

B.R. Pelletier et Dale E. Buckley



STATISTICAL ANALYSIS OF GEOCHEMICAL AND SEDIMENTARY DATA  
ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES GÉOCHIMIQUES ET SÉDIMENTAIRES

PEARSON CORRELATION COEFFICIENTS FOR SEDIMENT TYPES, OXIDES AND ELEMENTS  
IN BEAUFORT SEA SEDIMENTS

COEFFICIENTS DE CORRÉLATION DE PEARSON DES TYPES SÉDIMENTOLOGIQUES,  
DES OXIDES ET DES ÉLÉMENTS TROUVÉS DANS LES SÉDIMENTS  
DE LA MER DE BEAUFORT

Pearson correlation coefficient  
Coefficient de corrélation de Pearson...r  
Number of cases  
Nombre de cas.....n  
Statistical significance  
Importance statistique.....p  
Most significant correlations  
Corrélations les plus importantes... [ ]

Table with columns for sediment types (Gravel, Sand, Silt, Clay) and elements (FeO, Fe2O3, SiO2, Al2O3, P2O5, MnO, K2O, Na2O, MgO, CaO, CO3, Org.C, B, Ba, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, F, Hg, Li, Mn, Ni, Rb, S, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr). Each cell contains a Pearson correlation coefficient (r) and a p-value.

#### STATISTICAL ANALYSIS OF GEOCHEMICAL AND SEDIMENTARY DATA

A Pearson correlation analysis was made using the Statistical Program for the Social Sciences (SPSS). The Pearson correlation ( $r$ ), the number of cases ( $n$ ), and the statistical significance ( $p$ ) are given for each correlation.

##### Interpretation

A number of interpretations are made as follows:

The fine fraction of the sediments controls much of the variation in major oxides and trace elements.

Due to incomplete washing of the samples to free them from sea salts, some major elements and halide anions reflect the composition of the dried salt rather than the composition of the detrital minerals.

Carbonates appear to be an important component of the silt fraction. The carbonates appear to be Mg-rich, probably dolomitic, and possibly contain some siderite.

The phyllosilicates are concentrated in the finest fractions (silt and clay) and appear to be Al-rich clays with characteristic concentrations of Cs, Li, and Rb. This suggests that mica-type clays dominate the composition of the clay mineralogy.

The refractory elements, Ti, V, and Cr, are concentrated in the clay mineral fraction.

Ferromanganese precipitates, possibly as a coating on the clay-sized minerals, have co-precipitated Ni and Co.

Some minor reduced metals may have been precipitated, including Cu and FeO.

The metals Zn and Zr appear to be in a detrital sand mineral.

Mercury appears to be complexed with the organic matter, and possibly is immobilized in the fine clay fraction.

##### Factor groupings

Certain elements and oxides may serve as a common controlling influence in the sedimentary environment. These are as follows:

SAND/SILT SILICATE: SiO<sub>2</sub>, Zn, Zr, Sn; found in heavy minerals.

SAND/SILT CARBONATES: FeO, MgO, CaO, CO<sub>3</sub>; found in detrital carbonate minerals.

CLAY MINERALS (Mica-phyllosilicates): Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Cs, Li, Rb, Ti, V, Cr; found in the clays.

SEA SALTS: Na<sub>2</sub>O, Cl, (K<sub>2</sub>O), F; these are dried salts which may be present due to the lack of washing.

BIOGEOCHEMICAL-PRODUCTIVITY INDICATORS: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, B, (Ba); occur on the outer Beaufort Shelf.

METAL OXIDES: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, Ni; occur in mineral coatings.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

#### ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES GÉOCHIMIQUES ET SÉDIMENTAIRES

On a procédé à l'analyse des corrélations de Pearson à l'aide du Programme statistique pour les sciences sociales. Le coefficient de corrélation de Pearson ( $r$ ), le nombre de cas ( $n$ ) et la signification statistique ( $p$ ) sont indiqués pour chaque corrélation.

##### Interprétation

De cette analyse ont découlé plusieurs interprétations:

La fraction fine des sédiments influe beaucoup sur la variation des principaux oxydes et oligo-éléments.

Les sels de mer n'ayant pas été complètement lavés des échantillons, certains éléments majeurs et halogènes reflètent davantage la composition du sel séché que celle des minéraux détritiques.

Les carbonates semblent un élément important de la fraction limoneuse. Ils semblent également riches en magnésium, affichent une nature probablement dolomitique et renferment peut-être de la sidérite.

Les phyllosilicates sont concentrés dans les fractions les plus fines (limon et argile); il s'agit apparemment d'argiles riches en Al avec des concentrations caractéristiques en Cs, Li et Rb. D'où la supposition que les argiles de type mica dominant la composition des minéraux argileux.

Les éléments réfractaires, Ti, V et Cr, sont concentrés dans la fraction des minéraux argileux.

Les précipités de ferromanganèse, qui se présentent peut-être sous forme de revêtement des minéraux de la taille des argiles, ont précipité à la fois Ni et Co.

Certains métaux secondaires réduits ont peut-être été précipités, notamment Cu et FeO.

Les métaux Zn et Zr semblent se présenter dans un minéral détritique de nature sableuse.

Le mercure semble se présenter dans des associations complexes avec la matière organique et est peut-être immobilisé dans la fraction argileuse fine.

##### Combinaisons de facteurs

Certaines associations d'éléments et d'oxydes peuvent avoir une influence déterminante dans le milieu sédimentaire. Il s'agit des:

SILICATES SABLEUX ET LIMONEUX: SiO<sub>2</sub>, Zn, Zr, Sn; observés dans des minéraux lourds.

CARBONATES SABLEUX ET LIMONEUX: FeO, MgO, CaO, CO<sub>3</sub>; observés dans des minéraux détritiques de nature carbonatée.

MINÉRAUX ARGILEUX (mica-phyllosilicates): Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Cs, Li, Rb, Ti, V, Cr; observés dans les argiles.

SELS DE MER: Na<sub>2</sub>O, Cl, (K<sub>2</sub>O), F; il s'agit de sels séchés qui peuvent être présents lorsque l'échantillon n'a pas été suffisamment lavé.

INDICES DE PRODUCTIVITÉ BIOGÉOCHIMIQUE: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, B, (Ba); s'observent sur le plateau extérieur de la mer de Beaufort.

OXYDES MÉTALLIQUES: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, Ni; se présentent sous forme de revêtements de minéraux.

B.R. Pelletier and Dale E. Buckley

## ACKNOWLEDGEMENTS

Many scientists and technicians helped in conducting fieldwork and laboratory analyses on the Beaufort Sea sediments, and offered advice on the presentation and interpretation of the results. In field logistics G. D. Hobson, Director of the Polar Continental Shelf Project (EMR) provided helicopter support for sampling from the ice platform. Numerous government ships (Department of Fisheries and Oceans, and Department of Transport) and charter vessels provided assistance in sampling operations during seasons of open water. Some of the vessels are: CSS BAFFIN, CSS HUDSON, CSS PARIZEAU, CSS RICHARDSON, CCGS NAHIDIK, MV THETA, MV PANDORA and her submersible PISCES IV.

All samples were analyzed in various laboratories of the Geological Survey of Canada. Most were prepared for analyses by D.A. Clattenburg at the Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth. Sediment textural analyses, by means of sieves and pipettes, were also carried out by D.A. Clattenburg who performed the acid digests on the carbonates and some of the Leco analysis for the determination of carbon. The clay minerals were analyzed by R.N.W. DiLabio, using the X-ray diffraction method. Optical emission spectrographic analyses on trace elements were done by K. A. Church, W.H. Champ and G. Bender. Chemical analyses of some oxides and elements were carried out by J.-L. Bouvier and staff: Cl and F were determined by V. Grushman, CO<sub>2</sub> and C by F.J. Watson, and Li, Rb and Cs by N. Bertrand. Concentrations of the major elements and oxides were determined by R. Rousseau by means of X-ray fluorescence analysis. Determinations of Cd and Hg were undertaken by G.E.M. Hall, using the atomic absorption method.

Several colleagues provided advice that was used directly in the preparation of the work. N.G. Lund gave considerable computer assistance in the application of the Pearson correlation analysis of the geochemical and sedimentary data, and R.E. Cranston provided advice on the interpretative aspects of this work. The overall geochemical notation was reviewed by R.N.W. DiLabio, and J.D. Adshead advised on the interpretation of the clay mineralogy. B.D. Bornhold, C.F.M. Lewis, G. Vilks, D.L. Forbes, C.P. Lewis and M.M. Lerand aided the work by fruitful discussions. Workers in other government laboratories and the Canadian petroleum industry were part of this consulting team.

A major contribution was supplied by D. Monahan of the Canadian Hydrographic Service, Ottawa, who drew the original bathymetric map of the Beaufort Sea at a scale of 1:1 000 000. Other maps of various scales were derived from this base. Assistance in the transfer and plotting of data was given by S. M. Costaschuk, N. M. Finlayson, M. J. McKee and D. Paquette. Editorial research in the preparation and planning of the draft copy was given by M. J. McKee. B. D. Bornhold and C. F. M. Lewis are thanked for their special effort in reviewing this entire section of the atlas, which deals specifically with the Beaufort Sea sediments.

## FRONTISPICE

Satellite imagery of the Beaufort Sea region showing the featureless Arctic Coastal Plain that borders the northern parts of the Yukon Territory and District of Mackenzie, and the western side of Banks Island. Also shown are Mackenzie Delta, the numerous lakes of both the Yukon Coastal Plain and Tuktoyaktuk Peninsula, as well as the lowlands of the Interior Plains to the south. The British Mountains in the extreme west and the Richardson Mountains just to their east, are adjacent to the coastal plain west of Mackenzie River. Immediately offshore is the sediment plume that originates in Mackenzie River and Delta, and moves along shore in an easterly direction.

## INTRODUCTION

Retrieving sediment from floor of Beaufort Sea, using VanVeen dredge aboard CSS Hudson.

## REMERCIEMENTS

Un grand nombre de scientifiques et de techniciens ont participé aux travaux sur le terrain et aux analyses en laboratoire portant sur les sédiments de la mer de Beaufort et ont fourni des conseils quant à la présentation et l'interprétation des résultats. Dans le domaine de la logistique des travaux sur le terrain, M. G.D. Hobson, Directeur de l'Étude du plateau continental polaire (EMR), a assuré les services d'hélicoptères pour l'échantillonnage de la plate-forme glaciaire. De nombreux navires du gouvernement (ministères des Pêches et Océans, et des Transports) et de vaisseaux affrétés ont été utilisés pour effectuer l'échantillonnage durant la saison des eaux libres. Il s'agissait entre autres du CSS BAFFIN, du CSS HUDSON, du CSS PARIZEAU, du CSS RICHARDSON, du CCGS NAHIDIK, du MV THETA et du MV PANDORA et de son submersible le PISCES IV.

Tous les échantillons ont été analysés dans divers laboratoires de la Commission géologique du Canada et la plupart ont été préparés à cette fin par M. D.A. Clattenburg de l'Institut océanographique Bedford, à Dartmouth. M. Clattenburg a également effectué l'analyse de la texture des sédiments, au moyen de tamis et de pipettes, et s'est chargé de la digestion à l'acide des carbonates et de certaines des analyses Leco en vue de la détermination de la teneur en carbone. Les minéraux d'argile ont été analysés, selon la méthode de diffraction des rayons X, par M. R.N.W. DiLabio. M.M. K.A. Church, W.H. Champ et G. Bender ont effectué des analyses par spectrographe d'émission des éléments trouvés à l'état de traces, tandis que M. J.L. Bouvier et son personnel ont procédé aux analyses chimiques de certains oxydes et de certains éléments: M. V. Grushman, le dosage du Cl et du F; M. F.J. Watson, celui du CO<sub>2</sub> et du C; et, M. N. Bertrand, celui du Rb et du Cs. M. R. Rousseau a déterminé la concentration des éléments et des oxydes principaux au moyen de l'analyse par fluorescence X, et la méthode d'absorption atomique a permis à M. G.E.M. Hall de déterminer celle du Cd et du Hg.

Les conseils prodigués par plusieurs collègues ont servi directement à la préparation des travaux. Dans le domaine de l'informatique, la contribution précieuse de M. N.G. Lund a permis la réalisation de l'analyse de corrélation Pearson des données géochimiques et sédimentaires et M. R.E. Cranston a fourni des conseils utiles à leur interprétation. La notation géochimique globale a été revue par M. R.N.W. DiLabio et les conseils quant à l'interprétation de la minéralogie des particules d'argile ont été fournis par M. J.D. Adshead. Par l'entremise de leurs discussions fructueuses, M.M. B.D. Bornhold, C.F.M. Lewis, G. Vilks, D.L. Forbes, C.P. Lewis et M.M. Lerand ont également participé aux travaux. De plus, l'équipe de consultation regroupait également des représentants d'autres laboratoires du gouvernement et de l'industrie pétrolière canadienne.

M. D. Monahan du Service hydrographique du Canada à Ottawa a également apporté une aide précieuse en dessinant la carte bathymétrique originale de la mer de Beaufort à l'échelle de 1/1 000 000. À partir de cette carte de base, on a pu élaborer d'autres cartes à échelles diverses. Mlle S.M. Costaschuk et M.M. N. M. Finlayson, M. J. McKee et D. Paquette ont collaboré au transfert et au traçage des données et les recherches rédactionnelles en vue de la préparation et de la planification de l'ébauche ont été faites par M. M.J. McKee. Les auteurs tiennent également à remercier M.M. B.D. Bornhold et C.F.M. Lewis du soin qu'ils ont apporté à la révision de toute la partie de l'atlas qui porte sur les sédiments de la mer de Beaufort.

## FRONTISPICE

Images prises par satellite de la région de la mer de Beaufort, aux endroits où elles présentent la plaine côtière Arctique dénuée de relief, soit en bordure des zones nord du Territoire du Yukon et du District du Mackenzie, et de la partie ouest de l'île Banks. On aperçoit également le delta du Mackenzie, les nombreux lacs de la plaine côtière du Yukon et de la péninsule de Tuktoyaktuk, ainsi que les basses terres des plaines Intérieures, au sud. Les monts British, à l'extrême ouest et les monts Richardson, immédiatement à l'est, touchent à la plaine côtière, à l'ouest du fleuve Mackenzie. On peut en outre reconnaître la traînée de sédiments qui prend naissance dans le fleuve et le delta du Mackenzie, pour longer le littoral vers l'est.

## INTRODUCTION

Prélèvement de sédiments du fond de la mer de Beaufort, au moyen d'une drague VanVeen installée à bord du CSS Hudson.

PHOTO CREDITS

- Frontispiece – Landsat imagery of Beaufort Sea region (EMG 1780), courtesy of Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa.
- Page 1. Introduction – Bottom sampling, photo by J.R. Bélanger, Bedford Institute of Oceanography, Fisheries and Oceans Canada, Dartmouth, Nova Scotia.
- Page 2. Sediment sources – left to right, and top to bottom; Sediment plume, Landsat imagery, EMR, Ottawa; Seabed, underwater television, by J.R. Bélanger, BIO (DFO), Dartmouth; Coastline, aerial photo by C.P. Lewis, GSC, Ottawa; Shoreline erosion, photo by M. Lawrence, Freshwater Institute (DFO), Winnipeg; Ice-rafting, photo by C.F.M. Lewis, GSC, Dartmouth.
- Page 3. Suspended particulate matter – all photomicrographs by B.D. Bornhold, GSC (Pacific Geoscience Centre), Sidney, British Columbia.
- Page 5. Coastal landforms and processes – all photos are in GSC catalogue: Topak Spit 202925X; Tidal flats 202925W; East Channel of Mackenzie River 202773 O; Cliff at Tuktoyaktuk 202925 T; Distal Mackenzie Delta 202925 U; Low scarp, Mackenzie Delta 202925 V.
- Page 6. Coastal landforms and processes – all photos are in GSC catalogue: Shingle Point 202717 N; Shingle Point 202925 S; Kay Point 202959 N; Kay Point 202958 O; Babbage Estuary 202717 J; Kay Point 202717 H; Massive ground ice 202959 Y. Retrogressive thaw-flow feature 202717 G.
- Page 11. Seabed coring – all photos by J.R. Bélanger, BIO, Dartmouth; X-radiograph by C.F.M. Lewis and R. Whalgren GSC, Dartmouth.
- Page 18. Mineral species – all optical micrographs by S.M. Costaschuk, GSC, Ottawa; all scanning electron micrographs by D.A. Walker, GSC, Ottawa.

REFERENCES

- Bornhold, B.D.  
1975: Suspended matter in the southern Beaufort Sea; Department of the Environment, Beaufort Sea Project, Technical Report 25 b, 30 p.
- Costaschuk, S.M.  
1980: Heavy mineral analysis of southern Beaufort Sea sediments; in Current Research, Part A, Geological Survey of Canada, Paper 80-1A, p. 241-252.
- Forbes, D.L.  
1980: Late Quaternary sea levels in the southern Beaufort Sea; in Current Research, Part B, Geological Survey of Canada, Paper 80-1B, p. 75-87.
- Lawrence, M. Pelletier, B.R., and Lacho, G.  
1984: Sediment sampling of beaches along the Mackenzie Delta and Tuktoyaktuk Peninsula, Beaufort Sea; in Current Research, Part A, Geological Survey of Canada, Paper 84-1A, p. 633-640.
- Lerand, M.M.  
1971: Geological sampling and analytical program – Beaufort Sea; in Arctic Petroleum Operators Association, Calgary, Alberta, Project 4, p. 1-30.
- Lewis, C.P. and Forbes, D.L.  
1975: Coastal sedimentary processes and sediments, southern Canadian Beaufort Sea; Department of the Environment, Beaufort Sea Project, Technical Report 24, 68 p.
- Pelletier, B.R.  
1975: Sediment dispersal in the southern Beaufort Sea; Department of the Environment, Beaufort Sea Project, Technical Report 25 a, 80 p.  
1980: Review of surficial geology and engineering hazards in the Canadian offshore; in Proceedings: First Canadian Conference on Marine Geotechnical Engineering, April 1979, Calgary; published by the Canadian Geotechnical Society, Montreal, p. 6-46.
- Rampton, V.N.  
1982: Quaternary geology of the Yukon coastal plain; Geological Survey of Canada, Bulletin 317, 49 p.
- Vilks, G., Wagner, F.J.E., and Pelletier, B.R.  
1979: The Holocene marine environment of the Beaufort Shelf; Geological Survey of Canada, Bulletin 303, 43 p.

GÉNÉRIQUE DES PHOTOS

- Frontispice - Image Landsat de la région de la mer de Beaufort (EMG 1780), gracieuseté du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, à Ottawa.
- Page 1. Introduction - Échantillons prélevés au fond de la mer, photo de M. J.R. Bélanger, Institut océanographique Bedford (IOB), ministère des Pêches et Océans, à Dartmouth (Nouvelle-Écosse).
- Page 2. Sources de sédiments - de gauche à droite et de haut en bas; traînée de sédiments, image Landsat, EMR, à Ottawa; fond de la mer, caméra de télévision pour prises de vue sous-marines, de M. J.R. Bélanger, IOB (MPO), à Dartmouth; ligne de côte, photographie aérienne de M. C.P. Lewis, CGC, à Ottawa; érosion de la ligne de côte, photo de M. M. Lawrence, Institut des eaux douces (MPO), à Winnipeg; transport par la glace, photo de M. C.F.M. Lewis, CGC, à Dartmouth.
- Page 3. Particules en suspension - toutes les photomicrographies sont de M. B.D. Bornhold, CGC (Centre géoscientifique du Pacifique), à Sidney (Colombie-Britannique).
- Page 5. Reliefs et processus côtiers - toutes les photos sont classées dans le catalogue de la CGC: flèche Topak, 202925 X; estran, 202925 W; bras est du Mackenzie, 202773 O; falaise à Tuktoyaktuk, 202925 T; partie distale du delta du Mackenzie, 202925 U; escarpement bas, delta du Mackenzie, 202925 V.
- Page 6. Reliefs et processus côtiers - toutes les photos sont classées dans le catalogue de la CGC: pointe Shingle, 202717 N; pointe Shingle, 202925 S; pointe Kay, 202959 N; pointe Kay, 202958 O; estuaire Babbage, 202717 J; pointe Kay, 202717 H; glace dans le sol massive, 202959 Y; forme de relief associée au processus de dégel régressif suivi de coulées boueuses, 202717 G.
- Page 11. Carottage du sous-sol marin - toutes les photos sont de M. J.R. Bélanger, IOB, à Dartmouth; radiographie de M.M. C.F.M. Lewis et R. Whalgren, CGC, à Dartmouth.
- Page 18. Espèces minérales - toutes les micrographies optiques sont de Mlle S.M. Costaschuk, CGC, à Calgary, et les micrographies par balayage électronique de M. D.A. Walker, CGC, à Ottawa.

RÉFÉRENCES

- Bornhold, B.D.  
1975: Suspended matter in the southern Beaufort Sea; Department of the Environment, Beaufort Sea Project, Technical Report 25 b, 30 p.
- Costaschuk, S.M.  
1980: Heavy mineral analysis of southern Beaufort Sea sediments; dans Recherches en cours, partie A, Commission géologique du Canada, Étude 80-1A, pp. 241-252.
- Forbes, D.L.  
1980: Late Quaternary sea levels in the southern Beaufort Sea; dans Recherches en cours, partie B, Commission géologique du Canada, Étude 80-1B, pp. 75-87.
- Lawrence, M. Pelletier, B.R., and Lacho, G.  
1984: Sediment sampling of beaches along the Mackenzie Delta and Tuktoyaktuk Peninsula, Beaufort Sea; dans Recherches en cours, partie A, Commission géologique du Canada, Étude 84-1A, pp. 633-640.
- Lerand, M.M.  
1971: Geological sampling and analytical program – Beaufort Sea; dans Arctic Petroleum Operators Association, Calgary, Alberta, Project 4, p. 1-30.
- Lewis, C.P. and Forbes, D.L.  
1975: Coastal sedimentary processes and sediments, southern Canadian Beaufort Sea; Department of the Environment, Beaufort Sea Project, Technical Report 24, 68 p.
- Pelletier, B.R.  
1975: Sediment dispersal in the southern Beaufort Sea; Department of the Environment, Beaufort Sea Project, Technical Report 25 a, 80 p.  
1980: Review of surficial geology and engineering hazards in the Canadian offshore; in Proceedings: First Canadian Conference on Marine Geotechnical Engineering, April 1979, Calgary; published by the Canadian Geotechnical Society, Montreal, p. 6-46.
- Rampton, V.N.  
1982: Quaternary geology of the Yukon coastal plain; Geological Survey of Canada, Bulletin 317, 49 p.
- Vilks, G., Wagner, F.J.E., and Pelletier, B.R.  
1979: The Holocene marine environment of the Beaufort Shelf; Geological Survey of Canada, Bulletin 303, 43 p.