

CANADA  
MINISTÈRE DES MINES

HON. P. E. BLONDIN, MINISTRE; R. G. McCONNELL, SOUS-MINISTRE.

COMMISSION GÉOLOGIQUE

---

MÉMOIRE 51

N° 43, SÉRIE GÉOLOGIQUE

Géologie de la Carte-Feuille  
de Nanaïmo

PAR

Charles H. Clapp



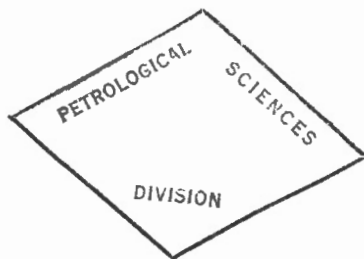
Library  
Geological Survey of Canada

---

OTTAWA  
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT  
1916

N° 1345

GÉOLOGIQUE  
SCIENCES



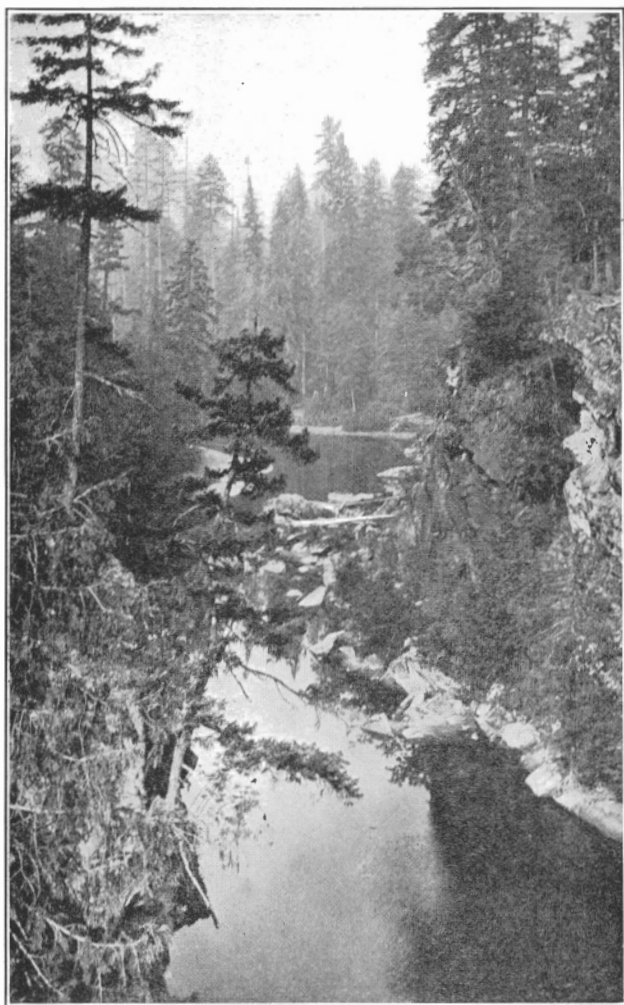
*Presented to the  
Geological Survey of Canada  
by  
Dr. E. Poitevin  
1956*

**NRCan Library  
(OOG-001 Booth)**

APR 20 2012

**Bibliothèque de RNCan**





Canyon de la rivière Nanaïmo, vue prise du pont du chemin de fer Esquimalt et Nanaïmo vers l'ouest; la gorge est découpée dans les grès Protection, par la rivière récemment revivifiée.

CANADA  
MINISTÈRE DES MINES  
HON. P. E. BLONDIN, MINISTRE; R. G. McCONNELL, SOUS-MINISTRE.

COMMISSION GÉOLOGIQUE

---

MÉMOIRE 51

N° 43 SÉRIE GÉOLOGIQUE

Géologie de la Carte-Feuille  
de Nanaïmo

PAR  
Charles H. Clapp



---

OTTAWA  
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT  
1916

N° 1345



# TABLE DES MATIÈRES.

## CHAPITRE I

	PAGE
Introduction.....	1
Compte rendu et remerciements.....	1
Travaux sur le terrain.....	2
Localité et superficie.....	2
Historique.....	3
Travaux antérieurs.....	6
Bibliographie.....	7

## CHAPITRE II

Sommaire et conclusions.....	11
Géologie générale.....	11
Géologie des gîtes minéraux.....	15

## CHAPITRE III

Caractéristiques générales de la région.....	20
Topographie.....	20
Aperçu général.....	20
Topographie régionale.....	20
Topographie locale.....	22
Analyse détaillée.....	24
Terres basses.....	24
Crêtes cristallines.....	29
Appareils littoraux et îles.....	30

## CHAPITRE IV

Géologie générale.....	34
Aperçu général.....	34
Géologie régionale.....	34
Géologie locale.....	36
Tableau des formations.....	40
Description des formations.....	40
Groupe de Vancouver.....	40
Roches volcaniques.....	41
Distribution.....	41
Lithologie.....	41
Rapports structuraux.....	42
Mode d'origine, âge et corrélation.....	43
Série de Sicker.....	43

	PAGE
Roches granitiques intrusives.....	44
Distribution.....	44
Lithologie.....	45
Gabbro-diorite.....	45
Granodiorite de Saanich.....	46
Porphyrite gabbroïde de Sicker.....	48
Rapports structuraux.....	48
Internes.....	48
Externes.....	49
Mode d'origine, âge et corrélation.....	49
Série de Nanaïmo.....	50
Description générale et stratigraphie.....	50
Description détaillée des formations.....	57
Conglomérat de Benson.....	57
Distribution et puissance.....	57
Caractères lithologiques.....	58
Formation Haslam (schistes marins).....	58
Distribution et épaisseur.....	58
Lithologie.....	59
Calcarénite.....	60
Grès de East Wellington.....	61
Distribution et puissance.....	61
Lithologie.....	62
Couche de houille de Wellington.....	62
Formation d'Extension.....	62
Distribution et puissance.....	62
Lithologie.....	63
Formation de Cranberry.....	64
Distribution et puissance.....	64
Lithologie.....	64
Couche de houille de Newcastle (Douglas inférieur.) . . .	65
Assises de Newcastle, et couche de houille Douglas. ....	66
Distribution et puissance.....	66
Lithologie.....	67
Formation de Protection.....	68
Distribution et puissance.....	68
Lithologie.....	68
Formation de Cedar District.....	69
Distribution et puissance.....	69
Lithologie.....	70
Formation de DeCourcy.....	70
Distribution et puissance.....	70
Lithologie.....	71

	PAGE
Formation de Northumberland.....	72
Distribution et puissance.....	72
Lithologie.....	73
Formation de Gabriola.....	74
Distribution et puissance.....	74
Lithologie.....	74
Rapports structuraux de la série de Nanaïmo.....	75
Internes.....	75
Plissements.....	75
Anticlinal d'Extension.....	76
Synclinal de Kulleet.....	76
Anticlinal Trincomali.....	77
Synclinal Gabriola.....	77
Plis secondaires.....	77
Cassures.....	79
Dykes de grès.....	82
Diaclases.....	83
Externes.....	84
Rapports avec formations plus anciennes.....	84
Rapports avec formations plus récentes.....	86
Mode d'origine.....	86
Age et corrélation.....	87
Porphyrite-dacite.....	89
Dépôts de surface.....	90
Distribution et caractère des dépôts.....	91
Till Admiralty.....	91
Argiles, sables et graviers de Puyallup.....	92
Drift Vashon.....	94
Sables et graviers Colwood.....	95
Débris rocheux.....	96
Alluvions de marécages, de vallées et de delta.....	97
Alluvions du littoral.....	97
Structure.....	97
Glaciologie et origine des dépôts de surface.....	98
Age et corrélation.....	101
Géologie historique.....	103

## CHAPITRE V

Géologie des gisements minéraux.....	107
Charbon.....	107
Description générale.....	107
Veine de houille Wellington.....	113
Distribution et puissance.....	113
Structure.....	114
Caractéristiques.....	117

	PAGE
Veine de houille Newcastle.....	120
Distribution et puissance.....	120
Structure.....	121
Caractéristiques.....	121
Veine de houille Douglas.....	122
Distribution et puissance.....	122
Structure.....	123
Caractéristiques.....	126
Mode de formation et historique.....	126
Description des charbonnages.....	129
Vancouver-Nanaïmo Coal Mining Company.....	129
Canadian Collieries (Dunsmuir) Company.....	130
Western Fuel Company.....	131
Pacific Coast Collieries.....	132
Sables et graviers.....	133
Argiles.....	134
Pierre de construction.....	135
Gîtes métallifères.....	138
Sols.....	140
Index.....	142

## ILLUSTRATIONS.

Feuille de carte de Nanaïmo, carte topographique.....	(pochette)
"        "        "        carte géologique.....	"
"        "        "        dépôts de surface.....	"
"        "        "        gîtes minéraux et tectonique.....	"
PLANCHE I. Canyon de la rivière Nanaïmo, vue prise du pont du chemin de fer Esquimalt et Nanaïmo vers l'ouest; la gorge est découpée dans les grès Protection, par la rivière récemment revivifiée.....	frontispice
"        II. Delta de la rivière Nanaïmo; basses terres de la côte est au plan moyen, et les hautes terres et le mont Benson au fond.....	24
"        III. A. Pente d'arrière d'une crête en cuesta, de conglomérat Extension plongeant au sud-ouest. Sud-ouest d'Extension.....	24
B. Côte frontal (escarpement) d'une crête en cuesta. La veine Wellington affleure à mi-distance de la pente. Siège de la mine n° 3, charbonnages d'Extension.....	24
"        IV. Canyon de la rivière Nanaïmo, montrant une coupe d'une marmite de géant, qui s'évide en profondeur. Profondeur de la cavité 80 pieds.....	26

	PAGE
PLANCHE V. A. Structure en bourrelets des roches volcaniques Vancouver; West Rocks.....	42
B. Discordance entre les couches de la série Nanaïmo et les roches volcaniques Vancouver sous-jacentes; pente nord de la crête au nord de la baie Departure à 1½ milles à l'ouest de la pointe Neck; montrant les irrégularités de l'ancienne surface.....	42
VI. A. Carrière de grès Protection, île Newcastle; lit de 16 pieds d'épaisseur.....	
B. Carrière de grès DeCourcy, pointe Jack; épais lits de grès avec minces intercalations de grès schisteux.	68
VII. A. Schistes Cedar District, sur la rivière Nanaïmo; faille et petit dyke de grès. (Le dyke s'étend du centre à l'angle supérieur gauche.....	
B. Schistes Northumberland supérieurs, baie Descanso, île Gabriola, montrant de nombreuses intercalations de grès.....	70
VIII. A. Galerie ou grotte Gabriola (Malaspina), île Gabriola; effets de l'érosion éolienne sur le grès Gabriola, après décomposition partielle du ciment par l'em-brun d'eau salée.....	72
B. Rive ouest de l'île Snake; falaises hautes de 25 pieds; érosion éolienne du grès Gabriola.....	72
IX. A. Sculpture d'érosion éolienne, grès Northumberland, rive sud-ouest de l'île Gabriola.....	74
B. Décomposition alvéolaire du grès Gabriola, sur l'île Entrance.....	74
X. A. Une terrasse de delta, au nord de la rivière Nanaïmo, près de la voie du chemin de fer Esquimalt and Nanaïmo.....	94
B. Kames et marmites de géants, près de la bordure intérieure du delta Nanaïmo, entre la rivière Nanaïmo et le ruisseau Haslam; ouest du chemin de fer des charbonnages Extension.....	94
XI. A. Sablière, chemin de fer des charbonnages Extension, sud de la rivière Nanaïmo, dans les sables et graviers Colwood du delta Nanaïmo; pseudo-structure de delta. Les couches à stratification oblique ont été tronquées et les matériaux redéposés contemporanément en couches horizontales.....	96
B. Coupe d'une terrasse du delta de Nanaïmo, chemin de fer Extension, au sud de la rivière Nanaïmo; les sables et les graviers Colson ne peuvent être érodés ou sous cavés à cause du conglomérat Extension sous-jacent.....	96



	PAGE
PLANCHE XII. A. Houillère Northfield, ou mine Brechin de la Western Fuel Co., à la pointe Pimbury.....	132
B. Houillère South Wellington, de la Société Pacific Coast Colliery.....	132
" XIII. Carrière de grès Gabriola, île Gabriola; lit de grès concrétionnaire de 25 pieds.....	136
FIGURE 1. Carte-index de la feuille de Nanaïmo .....	3
" 2. Diagramme de la topographie de la carte-feuille de Nanaïmo, vers le nord-ouest.....	23
" 3. Coupe de la veine Wellington, où elle n'est guère dérangée près d'Extension.....	116
" 4. Coupe de la veine Wellington, montrant une épaisse inter- calation de schistes.....	116
" 5. Coupes de la veine Wellington, près East Wellington....	118
" 6. Coupes de la veine Wellington, près d'Extension, montrant les variations en puissance et en qualité.....	119
" 7. Coupes de la veine Douglas, montrant les dérangements.	124
" 8. Coupe de la veine Douglas, montrant une intercalation de schistes charbonneux, causée par une dépôt local de limon.....	125
" 9. Dislocation ou faille, dans la veine Douglas.....	125
" 10. Pli ou ride, dans la veine Douglas.....	125

## **AVIS**

Ce mémoire a été publié primitivement en anglais dans l'année 1914

### **MINISTÈRE DES MINES**

**HON. LOUIS CODERRE, Ministre;      A. P. Low, Sous-Ministre**

### **Commission géologique**

**R. W. Brock, Directeur.**



# Géologie de la Carte-Feuille de Nanaïmo

---

## CHAPITRE I

### INTRODUCTION

#### *COMPTE RENDU GÉNÉRAL*

L'étendue qu'embrasse la carte-feuille de Nanaïmo comprend la plus grande partie du bassin houiller de Nanaïmo, et tous ses charbonnages en exploitation. Ce bassin est le plus important de ceux de la région du littoral. Il est le théâtre d'une exploitation active depuis 60 ans et son avenir est plein de promesses, car l'on compte sur une réserve probable d'un milliard de tonnes de houille. Sa production actuelle dépasse un million de tonnes par an, soit plus d'un tiers de l'extraction totale de charbon de la Colombie Britannique. L'étude détaillée de sa géologie ne peut qu'être utile à tous ceux qui ont des intérêts dans cette région, et plus particulièrement à ceux qui recherchent le prolongement des veines de houille connues. Notre rapport présente, avec détails, les données recueillies sur le terrain, et il est accompagné de cartes qui indiquent la distribution et l'étendue des diverses assises et formations, la position des couches de houille, l'étendue probable de ces veines et leurs relations avec les autres membres des formations houillères, la structure géologique de la région, et la profondeur des couches de charbon.

A une seule exception près, la cordiale co-opération des exploitants nous fut tout acquise. Les compagnies qui voulurent bien nous donner l'assistance possible sont: la "Canadian Collieries (Dunsmuir) Company;" la "Pacific Coast Coal Mines," et la "Vancouver-Nanaimo Coal Mining Company." Nous sommes tout particulièrement reconnaissant à M. W. J. Sutton, l'ingénieur géologue de la Canadian Collieries Company, qui voulut bien nous donner sa gracieuse collaboration, et qui, à plusieurs reprises, nous accompagna sur le terrain.

## TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Le rapport est basé sur les relevés géologiques détaillés, effectués durant la campagne 1911. La carte topographique dressée en 1910, sous la direction de M. R. H. Chapman, nous servit de base. Cette carte, qui couvre 15 minutes, fut compilée à l'échelle de 1/48,000 (1 pouce = 4,000 pieds) mais pour la carte de campagne, dont nous nous servîmes, elle fut amplifiée à deux pouces au mille. Pour fins de publication, les cartes topographique et géologique furent réduites à l'échelle de 1/62,500 (1 mille au pouce). Sur le terrain, nous fîmes les observations et les relevés nécessaires pour rapporter sur la carte les affleurements et les contours des dépôts superficiels. Nous examinâmes à peu près tous les pointements de roches. De ces données nous avons compilé une carte de la géologie des roches, une autre des dépôts superficiels, et une troisième de la géologie des gisements minéraux ou géologie économique. Les relevés au jour de la géologie furent complétés en moins de trois mois. Dans ce travail nous fîmes bien secondé par M. John D. MacKenzie. Un mois additionnel fut consacré à des observations dans les travaux souterrains, et à recueillir les diverses données gracieusement mises à notre disposition par les compagnies exploitantes.

## LOCALITÉ ET SUPERFICIE

L'étendue de la feuille de Nanaïmo, ainsi que l'on peut s'en rendre compte par la carte-index ci-contre (fig. 1) est située sur la côte orientale de l'île Vancouver, presque directement à l'ouest de la ville de Vancouver. C'est un rectangle de quinze minutes de côté, entre les longitudes 123° 45' et 124, et les parallèles de latitudes 49° et 49° 15'. La superficie terrestre est de 175 milles carrés environ et comprend la ville de Nanaïmo et la région environnante, la plus grande partie (ouest) de l'île Gabriola et plusieurs petites îles au large de la côte est de l'île Vancouver. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, cette étendue comprend la plus grande partie du bassin houiller de Nanaïmo. Elle comprend les districts suivants de l'île de Vancouver: Nanaïmo, Cranberry et Cedar, et partie de Wellington, Moun-

tain, Douglas, Bright et Oyster. La ville de Nanaïmo, avec une population de 8,306 en 1911, est le seul centre important de la carte, quoique la frontière sud, le 49ème parallèle, passe dans la partie nord de Ladysmith. Autour des principaux charbonnages, à Northfield, Chase River, South Wellington et Extension se sont groupées des petites agglomérations.

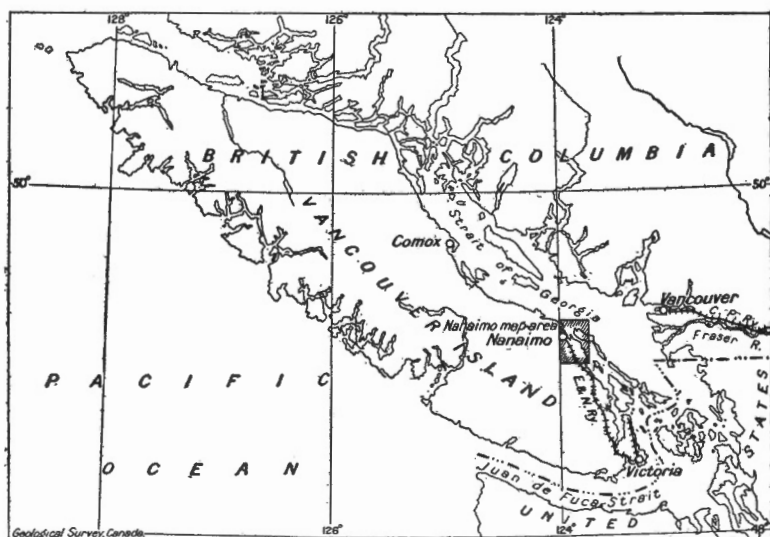


Fig. 1. Carte-index de la feuille de Nanaïmo.

L'étendue est recoupée par de nombreuses routes et des voies de chemin de fer. La voie du chemin de fer Esquimaux et Nanaïmo traverse la carte du nord au sud, et il y a plusieurs embranchements la reliant aux mines et aux exploitations forestières. Il y a donc une grande superficie de défrichée, et la plus grande partie de l'étendue est facile d'accès; seul l'angle extrême sud-ouest présente des difficultés à l'explorateur.

### HISTORIQUE

Un rapport sur la géologie de l'étendue de Nanaïmo, dont le développement a été si intimement relié à l'histoire de l'industrie houillère de l'île de Vancouver, serait incomplet sans un

compte-rendu de l'histoire des mines de l'île. Le Dr. G. M. Dawson en donne un résumé exact et intéressant comme il suit:<sup>1</sup>

"La découverte de la houille dans la Colombie anglaise a précédé celle de l'or de plus de vingt ans, mais son influence sur les destinées de la province n'est pas du tout comparable à celle qu'a eu la mise au jour des gisements aurifères. Le docteur W. F. Tolmie fut le premier à annoncer en 1835, l'existence de dépôts houillers sur la côte de la province. Il résidait alors au poste de la Compagnie de la Baie d'Hudson, connu sous le nom de Fort McLaughlin, sur le détroit de Milbank, où des échantillons de charbon de terre lui furent apportés par des indigènes qui les avaient recueillis sur la côte nord-est de l'île de Vancouver, et sans aucun doute à Suquash. Le steamer Beaver arriva à la côte occidentale en 1836, et depuis cette époque on recueillit chaque année, dans les environs de Suquash, le charbon nécessaire à ce navire, et aux forgerons du fort; on n'avait qu'à le prendre dans les affleurements du rivage. En 1849 la compagnie fit venir d'Ecosse un homme expert dans l'industrie houillère, afin de se rendre compte de la valeur du charbon qu'on trouvait sur cette partie de la côte, et en 1851, elle importa l'outillage et fit venir les mineurs nécessaires à l'ouverture d'une mine. Pendant les deux années qui suivirent, on fit divers travaux d'exploration, (puits, galeries) le long de la côte de l'île de Vancouver, entre Port McNeill et Beaver Harbour, mais sans obtenir de résultats satisfaisants.

Cependant, en 1850, M. J. W. McKay s'était assuré qu'il existait un gisement de houille à Nanaïmo; et il appert que dès l'année suivante, le plus grand nombre des mineurs dont nous avons parlé furent envoyé de la pointe nord de l'île à cet endroit. On se mit sérieusement à l'œuvre à Nanaïmo en 1852, et avant la fin de 1853, on assure qu'il avait déjà été expédié, principalement à San Francisco, 2000 tonnes de houille. A cette époque, le prix du charbon était de \$11 à Nanaïmo et de \$28 à San Francisco. La Compagnie de la Baie d'Hudson continua d'exploiter, sous le nom de "Nanaïmo Coal Company," les mines

<sup>1</sup> Les richesses minérales de la Colombie britannique. Rapport Annuel, Comm. Géol. Vol. III, 1887-1888, page 80 R.

ainsi ouvertes jusqu'à 1861; elles les vendit alors à la "Vancouver Coal Mining and Land Company."

La plus grande partie des travaux de la Compagnie de la Baie d'Hudson, fut probablement effectuée par l'ancien puits, situé dans la ville même de Nanaïmo, à l'ouest de la rue Nicol, quoique l'on exploitait aussi sur l'île Newcastle et sur la rive de la baie Commerciale (probablement près de la montée de la rue Commerciale), où l'on fit les premières découvertes de charbon, sur la veine Douglas. C'est sous la Vancouver Coal and Land Company, réorganisée en 1889 sous le nom de New Vancouver Coal Company, que la plupart des charbonnages importants furent installés dans les environs immédiats de Nanaïmo. En 1902, les divers sièges d'extraction et les droits de la compagnie furent repris par la Western Fuel Company, sous la direction de laquelle les mines sont actuellement exploitées. Cette compagnie installa le charbonnage de Northfield, plus communément connu sous le nom de mine Brechin, en 1905; tout récemment, elle a mené à bonne fin le fonçage de deux nouveaux puits, l'un vertical, profond de 1,064 pieds, la mine Reserve; et le second incliné, la mine Douglas, temporairement fermée en 1912.

En 1869 ou 1870, M. Robert Dunsmuir découvrit du charbon à cinq milles au nord-ouest de Nanaïmo, à Wellington, mais on le mentionne comme l'inventeur de la mine Harewood, subséquemment acquise par la Vancouver Coal and Land Company, qui en fit l'exploitation en 1864 et 1865.

La Wellington Collieries Company, dont M. Dunsmuir fut le premier président et le principal actionnaire, fut organisée et commença l'exploitation des mines Wellington en 1871, les expéditions de charbon se faisant par la baie Departure. Pendant un certain nombre d'années, la mine Wellington fut un siège d'extraction important et fut abandonnée en 1900. Dans l'intervalle, la même société avait développé les mines Union, dans le district de Comox en 1888; le charbonnage Alexandria, à South Wellington, dans le bassin de Nanaïmo en 1895, et les mines d'Extension, dans le même bassin, en 1899. La mine Alexandria fut fermée en 1902, mais les deux autres charbonnages n'ont pas cessé leurs opérations depuis leur début. En 1910,



toutes les mines de la Wellington Collieries Company furent reprises par la Canadian Collieries (Dunsmuir) Company.

Plusieurs autres mines du bassin de Nanaïmo ont produit pendant des périodes plus ou moins longues. Deux de ces petits charbonnages sont actuellement en activité, la mine South Wellington ou Fiddick de la Pacific Coast Coal Mines, et la mine New East Wellington de la Vancouver & Nanaimo Coal Mining Company, toutes deux ouvertes en 1907. La Pacific Coast Coal Mines, qui a été reprise dans le cours de l'année 1913 par la Pacific Coast Collieries, qui exploite aussi un petit charbonnage à Suquash, et on a récemment complété le fonçage de deux puits nouveaux dans le bassin de Nanaïmo, à Morden, à l'est de South-Wellington.

Depuis son début, l'industrie houillère de Nanaïmo accuse une croissance continue quoique parfois sujette à des fluctuations, et depuis trois ans sa production dépasse un million de tonnes annuellement. Le chiffre annuel le plus élevé fut celui de 1911, alors que la production atteignit 1,184,719 grosses tonnes.<sup>1</sup> A la fin de 1912, le chiffre global de la production houillère du bassin de Nanaïmo était de près de 25,000,000 de tonnes.

### *TRAVAUX GÉOLOGIQUES ANTÉRIEURS*

La première étude géologique de quelque importance du district de Nanaïmo, fut celle de Sir James Hector, membre de la mission d'exploration du gouvernement, en 1860, sous la direction du capitaine J. Palliser; des géologues avaient antérieurement visité la région, surtout pour recueillir des fossiles. Subséquemment, le Dr. Robert Brown, qui fit plusieurs explorations dans l'île Vancouver entre 1863 et 1866, fit un examen hâtif du district. Le premier travail systématique fut celui de James Richardson, de la Commission géologique, qui étudia les bassins houillers de la côté orientale de l'île durant cinq années; les résultats de ces études furent publiés dans les rapports de ce service pour les années 1871-72, 1872-73, et 1876-77. Le dernier rapport donne un résumé des résultats de ces travaux et est accompagné d'une carte à l'échelle de 4 milles au pouce. Depuis

<sup>1</sup> Rapport du Ministre des Mines, Colombie britannique, pour l'année, 1911.

ce temps, on fait une somme considérable de prospections et d'études pour des intérêts particuliers, et de ces données très peu ont été rendues publiques, quoique l'on puisse suivre les développements et la croissance de l'industrie houillère dans les rapports annuels du Ministre des Mines de la Colombie britannique, de 1874 à 1912. En 1905, H. S. Poole recueillit des données, que l'on trouvera dans le compte-rendu sommaire des opérations de la Commission géologique en 1905. Durant nos études sur l'île de Vancouver, antérieurement à 1911, nous n'avions consacré que peu de temps au bassin houiller de Nanaïmo, et nos rapports portent très peu sur ce district. M. W. J. Sutton, l'ingénieur géologue de la Canadian Collieries (Dunsmuir) Company, possède la plus grande partie des relevés et des observations effectués dans ce bassin houiller, et il voulut bien nous aider de sa collaboration précieuse durant la campagne de 1911.

M. M. Meek, Shumard et Gabb, tous géologues des Etats-Unis, décrivent les premiers, d'une manière spécifique la paléontologie de ces assises houillères, la série Nanaïmo; mais c'est au Dr. Whiteaves, de la Commission géologique du Canada, que nous devons les descriptions les plus complètes, ainsi qu'un résumé, parus dans les Parties II et V, volume I des "Fossiles Mésozoïques;" depuis la publication de la Vème partie en 1903, il n'est paru qu'un seul travail de lui sur ce sujet. Dans la IIème partie, Whiteaves décrit les fossiles recueillis par Richardson au cours de ses campagnes 1871-75, et dans la Vème partie, ceux recueillis par le Révérend G. W. Taylor, M. Walter Harvey et le Dr. C. F. Newcombe, tous résidents de l'île de Vancouver, ainsi que ceux recueillis par Hector au cours de l'expédition Palliser, et les fossiles du Musée provincial à Victoria.

### *BIBLIOGRAPHIE.*

La liste qui suit, comprend virtuellement tous les ouvrages de valeur publiés, qui ont une portée directe sur la géologie du bassin houiller de Nanaïmo, à l'exception des travaux exclusivement paléontologiques dont la liste est donnée dans les mémoires de Whiteaves:

- BAUERMANN, H.** Sur la géologie de la partie sud-est de l'île de Vancouver, Quart. Jour. Geol. Soc. Vol. XVI, 1859, pages 198-202.
- BREWER, W. M.** Bassins houillers de la Colombie britannique. Engineering and Mining Journal, Vol. LXXIII, 1902, pages 408-410.  
Les richesses minérales de l'île de Vancouver. Canadian Mining Institute Journal, Vol. VI, 1903, pages 188-194, 1904.
- BROWN, ROBERT** Les caractéristiques physiques et la distribution géographique des bassins houillers de l'Amérique nord-ouest: Transactions Geol. Society of Edinburgh, Vol. I, 1868-69, pages 305-325, 1870.
- CLAPP, CHAS. H.** Le sud de l'île de Vancouver,—Mémoire No. 13, Commission Géologique du Canada, 1912, page 208.  
Géologie de la feuille de Nanaïmo, Bassin houiller de Nanaïmo, Ile de Vancouver, Colombie britannique. Compte-Rendu sommaire de la Commission géologique, année 1911, pages 91-105, 1912.  
Géologie du Bassin houiller de Nanaïmo. Comptes-Rendus du "Can. Mining Institute" Vol. XV, 1912, pages 334-353.
- DAWSON, GEORGE M.** Observations additionnelles sur la géologie des dépôts superficiels de la Colombie britannique et des régions adjacentes. Quarterly Journal of Geological Society. Vol. XXXVII, 1881, pages 272-285.  
Les richesses minérales de la Colombie britannique, Rapport Annuel, Vol. III, 1887 - 88, Commission Géologique du Canada pages 100 R-101 R, 1889.  
Notes sur le Crétacé de la région de la Colombie britannique. La série de Nan-

aïmo. American Journal of Science, Vol. XXXIX, pages 180-183, 1890.

La géologie physiographique de la région des Montagnes Rocheuses du Canada. Comptes-Rendus de la Société Royale du Canada, Vol. VIII, 1890, sec. 4, pages 3-74.

Le journal géologique de la région des Montagnes Rocheuses du Canada. Bulletin de la "Geological Society of America," Vol. XII, 1901, pages 57-92.

HECTOR, JAMES

Géologie de la contrée entre le lac Supérieur et l'Océan Pacifique, entre les parallèles de latitude 48 et 54. Quarterly Journal of Geol. Soc. Vol. XVII, 1861, pages 388-445.

JACOBS, E.

L'industrie houillère de la Colombie britannique en 1912. Canadian Mining Journal, 15 février, 1913, pages 113-116.

Rapports du Ministre des Mines de la Colombie britannique, 1874 à 1912.

POOLE, H. S.

Les bassins houillers de Nanaïmo et de Comox. Commission géologique du Canada, Rapport Sommaire des opérations 1905, pages 55-59, 1906.

PORTER, J. B., DURLEY, R. J. et autres. Recherches et expériences sur les Charbons du Canada, au point de vue de leurs qualités industrielles. Volumes I à VI, Publication N° 83, Division des Mines, Ministère des Mines, 1912.

RICHARDSON, JAMES

Les bassins houillers de la côte orientale de l'île de Vancouver. Rapport de la Commission géologique du Canada, année 1871-72, pages 73-100, 1872.

Les bassins houillers de l'île de Vancouver, Rapport 1872-73, Commission géologique du Canada, 1873.

Les bassins houillers de Nanaïmo, Comox, Cowichan, Burrard Inlet, et Sooke, Col. brit., Rapport de la Commission géologique 1876-77.

SUTTON, W. J., Géologie et Industrie Minière de l'île de Vancouver: Manchester Geological and Mining Society, Vol. XXVIII, 1904, pages, 307-314.

WHITEAVES, J. F., Fossiles des roches crétacées de l'île de Vancouver et îles adjacentes du détroit de Géorgie. Commission géologique du Canada, Fossiles Mésozoïques, Vol. I, Partie II, 1879.

Fossiles additionnels du Crétacé de l'île de Vancouver, avec liste révisée des espèces. Commission géologique du Canada, Fossiles Mésozoïques, Vol. I, Partie V, 1903.

*Uintacrinus* et *Hemiaster* du Crétacé de l'île de Vancouver. American Journal of Science, Vol. XVIII, 1904, pages 287-289.

## CHAPITRE II

### RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

#### *GÉOLOGIE RÉGIONALE.*

L'étendue qu'embrasse la carte-feuille de Nanaïmo, comprend une partie des terres basses de la côte orientale de l'île Vancouver. Ces terres basses doivent leur existence à l'érosion relativement rapide des couches sédimentaires d'âge crétacé supérieur, série de Nanaïmo, qui bordent la côte Est de l'île Vancouver; ces assises reposent en discordance sur les roches métamorphiques plus résistantes, et les roches granitiques de la chaîne ou plateau de Vancouver, qui constituent la majeure partie de l'île. Dans les limites de la carte-feuille de Nanaïmo, les roches métamorphiques et les roches cristallines granitiques forment trois crêtes surbaissées, apophyses du haut plateau intérieur, orientées de l'ouest vers l'est. Les roches métamorphiques comprennent des andésites et des basaltes métamorphisés tant du type fragmentaire que du type en coulées, ce dernier prédominant et des sédiments finement grenus métamorphisés qui étaient à l'origine des schistes carburés, et des grès argileux altérés en roches pétrosiliceuses et phylladiennes. On peut les rattacher à deux des membres du groupe Vancouver, lequel, dans la partie sud de l'île, comprend des roches jurassiques inférieures et probablement triasiques; les roches métavolcaniques relèvent des volcaniques Vancouver, et les sédiments métamorphiques de la série de Sicker. Les roches volcaniques Vancouver occupent la plus grande partie de la carte-feuille de Nanaïmo, car elles constituent deux des trois crêtes de roches cristallines; tandis que la série de Sicker ne comprend qu'une étroite bande, longue d'un mille, dans l'angle sud-ouest de la carte. Les volcaniques Vancouver, et la série de Sicker, furent bouleversés, recoupés et envahis par des venues granitiques probablement à l'époque jurassique, contemporaines des immenses intrusions qui ont donné lieu au batholithe des Monts de la Côte.

Sur la carte-feuille de Nanaïmo, les roches granitiques sont virtuellement restreintes à la médiane des trois crêtes, et elles se rattachent à trois types distincts. Le principal de ces types est une granodiorite que l'on peut classer avec la granodiorite de Saanich, dans la partie méridionale de l'île. Cette granodiorite a un facies marginal, et plus ancien, de gabbro-diorite, qu'elle pénètre. Le dernier type qui ne recoupe que la série Sicker, est un gabbro de texture sub-porphyrétique qui se raccorde aux porphyrites gabbro-diorites de la série Sicker.

Les roches granitiques furent mises à découvert par érosion antérieurement à la sédimentation des couches des assises de Nanaïmo, car ces dernières reposent directement sur les granites en certains endroits. Cependant, les roches métamorphiques et granitiques ne furent pas rabotées à un niveau uniforme de terres basses, car la surface sur laquelle reposent les couches Nanaïmo possède un relief dont les différences de niveaux atteignent peut-être 2,000 pieds. On peut facilement observer et relever les rugosités de la surface; de nombreuses lignes de contact, entre les couches Nanaïmo et les roches sous-jacentes, suivent les cotes de niveau actuelles, ce qui indique l'existence du même relief à l'époque de la sédimentation, à moins que l'on ne suppose ici un plissement beaucoup plus complexe et irrégulier qu'en d'autres endroits. De plus, on trouve que les sédiments qui reposent directement sur les anciennes roches en certains endroits, correspondent à des couches que l'on observe en d'autres points à un niveau considérablement au-dessus de la base.

Les assises de Nanaïmo comprennent des conglomérats, du grès, des schistes et de la houille; généralement les conglomérats sont constitués de détritiques de quartz et de roches quartzeuses, les grès sont composés de quartz et de feldspath, résultant des granites, et les schistes proviennent de la désagrégation des roches volcaniques altérées. Quoique les diverses couches sédimentaires se succèdent à de courts intervalles, et que très peu des lits aient un développement latéral considérable, on peut cependant subdiviser la série en groupes ou en membres, ayant des caractéristiques plus ou moins distinctes, en se basant tant sur la texture que sur la stratigraphie des couches. Ainsi que sa faune l'indique, la série de Nanaïmo est en partie d'ori-

gine marine, probablement d'estuaire, puisque la sédimentation eut lieu sur une surface à relief très accentué et sous des conditions variées, à en juger d'après la gradation rapide, tant latérale que verticale, des sédiments. Comme les lits renferment aussi des restes de plantes et de la houille, indiquant selon toutes probabilités des accumulations en eaux douces, il y a dû avoir alternance de conditions terrestres et de conditions marines. Les couches supérieures de la série de Nanaïmo, cependant, renferment peu ou point d'organismes marins, d'où il est possible de conclure que ces alternances furent, vers la fin, entièrement supplantées par des conditions terrestres. La nature et la texture des sédiments, surtout des grès qui sont composés de grains anguleux ou à arêtes peu émoussées, et en grande partie d'éléments minéraux qui se décomposent facilement, indiquent une accumulation et une sédimentation rapides dans des bassins relativement restreints. Cette sédimentation débuta dans le cours du Crétacé supérieur, à une époque qui correspond à la formation des assises Chico, ou Pierre, et tout indique que les couches se formèrent d'abord dans un bassin marin, dans le fond de la dépression de la Côte de l'Océan Pacifique, entre l'île de Vancouver et la terre ferme, qui se forma, au plus tard, à l'époque du plissement jurassique. La sédimentation dépassa les limites des eaux marines et se fit sentir à l'intérieur, comblant, au début, les dépressions de la surface d'érosion précrétacée supérieure, et s'étendant peut-être ensuite aux niveaux plus élevés. La puissance totale moyenne des assises de Nanaïmo, à la conclusion de la sédimentation, atteignait au moins 6,760 pieds, et au sud-est de la carte, elle dépassait 10,000 pieds.

Il y a des indications que les couches Nanaïmo subirent des mouvements locaux avant l'induration des roches, car on observe des plis très aigus et des soulèvements dans des lits massifs sans développement de cassures ou de glissements. Aussi, les schistes supérieurs sont recoupés par de nombreux murs ou dykes de grès qui représentent l'injection de sables mous, dérivés des grès intercalés avec les schistes, forcés par des mouvements locaux dans les plans de diaclases des schistes, avant la consolidation des grès.



La série Nanaïmo subit aussi quelques bouleversements, à une époque post-éocène, car les couches sédimentaires et les roches volcaniques qui sont au sud, furent dérangées; il est possible cependant, que la série ait été exhaussée, sans plissements, à la fin du Crétacé. Ces couches furent refoulées en amples et larges plis, compliqués de petits plis fermés et de plis couchés, ces derniers étant limités à la partie ouest du bassin qu'occupe la série. Les axes de plissements sont généralement orientés nord-ouest sud-est, et l'inclinaison régnante est vers le nord-est. Sur le bord septentrional du bassin, dans les environs de la baie Departure, l'orientation appuie vers le nord-est et l'est, tandis que le plongement est vers le sud-est et le sud. Puisque le plongement général est vers le nord-est, et que les plis formés au sud-est de la carte, ont été couchés vers le sud-ouest, il est évident que le refoulement venait du nord-est, et il est probable qu'il avait son origine sous le pli déprimé de la Côte Pacifique.

Avant le début de la période glaciaire, les roches sédimentaires déformées furent rabotées en terres basses, abruptement dominées à l'ouest par le haut plateau de roches cristallines. Les terres basses possèdent encore un relief fort marqué, car il s'est creusé des vallées longitudinales dans les roches tendres flanquées de roches dures, qui restent en crêtes longues de trois à quatre milles et atteignent des hauteurs de 700 pieds. On dirait aussi que la partie est de terres basses fut déprimée au-dessous du niveau de la mer.

Durant la période glaciaire, l'étendue comprise dans la carte-feuille, fut rabotée par des calottes de glace, à deux reprises différentes. La plus active de celles-ci semble avoir été le glacier du détroit de Géorgie, qui occupait la dépression entre l'île et la terre ferme, coulant vers le sud-est, et était formé de la réunion des extrémités déployées de glaciers adjacents. Des glaciers locaux, soit comblant des vallées, soit formés de la réunion de glaciers adjacents déployés, eurent aussi leur influence. Donc, la plus grande partie de l'étendue de la carte est recouverte de dépôts superficiels variés, qui consistent largement en débris glaciaires. Ces dépôts se subdivisent selon leurs caractéristiques lithologiques et leur origine; le till Admiralty, déposé durant la première période d'action glaciaire; les dépôts interglaciaires

Puyallup, argiles, sables et graviers stratifiés; le drift Vashon, déposé durant la seconde période, qui fut moins active; et les sables et graviers Colwood, dépôts de deltas, formés durant le retrait des glaciers Vashon, le long du front reculant de deux glaciers occupant des vallées.

Après le recul des glaciers Vashon, la région fut exhaussée de 400 pieds, à son niveau actuel. Les cours d'eau transversaux qui coupaient les terres basses, se ranimèrent et ont découpé les dépôts glaciaires en terrasses et se sont affouillé des gorges étroites dans les roches résistantes. Des dépôts alluvionnaires se formèrent dans les lacs et les marécages, résultant du manque d'égouttement de la surface, et dans les vallées obstruées par des barrages; aux embouchures des cours d'eau importants, il se forma des dépôts de deltas. Le long de la côte, des dépôts glaciaires exhaussés ont été entamés par les vagues et forment des falaises et des bancs et barres de sables et de graviers.

### *GÉOLOGIE DES GÎTES MINÉRAUX*

Les gisements de charbon sont de beaucoup les ressources minérales les plus importantes de la carte-feuille de Nanaïmo, et ils sont la source d'une industrie prospère depuis soixante ans. Les seuls autres substances minérales exploitées sont les pierres de construction, le sable et les graviers et l'argile à brique ordinaire. On a aussi fait des prospections sur les calcaires impurs (calcarénites) de la baie Departure et sur les zones de fractures et les filons minéralisés des roches cristallines.

On exploite actuellement dans le district de Nanaïmo trois couches distinctes de charbon,—la couche Wellington, la couche Newcastle et la couche Douglas. La plus basse de celles-ci, la Wellington, est à 700 pieds environ au-dessus de la base de la série de Nanaïmo. Les couches Newcastle et Douglas, qui ne sont séparées que par 25 à 100 pieds de lits intermédiaires, la Newcastle étant l'inférieure, sont à 800 ou 1,000 pieds au-dessus de la couche Wellington. Entre 20 et 60 pieds au-dessus de cette dernière, on observe une quatrième couche très mince, que l'on a pourtant un peu exploitée. La Wellington a donné lieu à des sièges d'extraction à Wellington, Northfield, East Wellington,

Harewood Plains et Extension; on l'exploite actuellement à East Wellington où sont les charbonnages de la Vancouver Nanaïmo Coal Mining Co., et près d'Extension par les mines de la Canadian Collieries Company (Dunsmuir). Généralement, on exploite les couches Newcastle et Douglas ensemble, et on les travaille activement aux environs de Nanaïmo où sont les charbonnages de la Western Fuel Company. Nous notons aussi qu'une production considérable a été extraite de la couche Douglas, au sud de Nanaïmo, notamment à Chase River, Southfield et South Wellington. Dans ces endroits, la couche Newcastle, quoique facile à atteindre, est d'une exploitation économique douteuse. Il n'y a actuellement qu'une seule mine en activité dans ce district, c'est le charbonnage South Wellington, de la Pacific Coast Coal Company. Tout récemment, on a foncé deux puits jusqu'au filon Douglas: l'un à la mine Reserve de la Western Fuel Company, sur la réserve sauvage, près de l'embouchure de la rivière Nanaïmo, à une profondeur de 1,064. pieds, et l'autre à la mine Morden, de la Pacific Coast Collieries, entre South Wellington et la rivière Nanaïmo, à 610 pieds.

C'est en 1852 que l'on commença l'extraction de la houille dans le district de Nanaïmo, et au 31 décembre 1912, ces champs houillers ont produit environ 24,500,000 grosses tonnes, soit les trois cinquièmes de la production globale de houille de la Colombie britannique. La production actuelle dépasse un million de tonnes par année, soit plus d'un tiers de toute la production de la province. Ces terrains ont un long avenir industriel, car on a estimé les réserves houillères de ce bassin à 1,340,000,000 tonnes.

Les houilles des diverses couches, sont assez semblables; c'est un charbon bitumineux, agglutinant, d'assez bonne qualité. Dans les bonnes qualités, le carbone fixe varie de 45 à 60 pour cent, et les cendres de 5 à 10. Les couches offrent une continuité remarquable si nous tenons compte de la grande variabilité des terrains associés, mais la qualité et la puissance sont inconstantes. En certains endroits, la couche peut être entièrement composée de houille brillante ne donnant que 5 pour cent de cendres; et autre part ne contenir que du charbon sale, recoupé de plans de glissements, que les mineurs appellent "rash", et renfermant

50 pour cent de cendres. Les couches de houille non-dérangées sont souvent sales, le charbon alternant avec des couches argileuses, et même parfois elles ne sont composées que de lits de schistes carburés et de houille impure. L'épaisseur des couches varie, d'un filet à 30 pieds, parfois dans une distance latérale de moins de 100 pieds. Cette grande variation provient des irrégularités tant du toit que du mur, et parfois des deux. La couche Wellington dont l'épaisseur moyenne est de 4 à 9 pieds, repose sur un mur formé de grès, qui est assez régulier; tandis que le toit est un schiste gréseux qui a subi des déformations. D'autre part, le toit de la couche Douglas, qui est épaisse de 3 à 6 pieds, est surtout composé de schistes sableux avec des feuillettes de conglomérat et de grès intercalés et il est assez régulier, tandis que le mur est un schiste gréseux faible déformé. Le toit et le mur déformés, qui sont contournés et brisés, se replient brusquement et même parfois le toit de la couche Wellington est renversé. Aux pincements des couches, où elles s'amincissent, la houille est sale et fourmille de surfaces de glissement, tandis que dans les parties épaisses, le charbon est généralement net et compact, sans clivage ou plans de fractures définis. Parfois on observe le charbon propre et non brisé contre le toit ou le mur déformé, mais plus souvent il est de mauvaise qualité disloqué et même contourné. L'orientation des déformations est généralement parallèle à celles des assises, c'est-à-dire nord-ouest sud-est, et les élargissements se trouvent du côté sud-ouest des plissements aigus, tandis que les pincements ou les renversements sont au nord-est. Il y a aussi des petites failles, des plis et des rides, qui affectent toute la couche.

Le filon Newcastle est plus régulier que le Wellington ou le Douglas, mais est plus mince, variant de 20 à 60 pouces dans les parties qui sont exploitées; il renferme aussi plus de feuillettes de schistes intercalés et réguliers. Son étendue est moindre que celle des deux autres filons.

Des observations énumérées plus haut on peut conclure que:

1. Les couches de charbon originelles étaient sales, et que certaines des solutions de continuité proviennent du manque de matières charbonneuses, suffisamment libres de vase pour

qu'elles puissent se consolider en charbon assez pur pour être exploité.

2. Les variations et les accidents subis par les couches de charbon ont été provoqués par des forces venant du nord-est, et ont commencé à se faire sentir à une époque où les sédiments et le charbon étaient tendres et assez plastiques. Ces efforts se continuèrent durant la période de déformation, au cours de laquelle les déplacements latéraux eurent lieu, provoqués par les plissements; il en est résulté aussi des glissements le long des plans de sédimentation.

3. La résistance relative du toit et du mur déterminèrent, d'une façon générale, la déformation relative de chacun.

4. Le charbon plus pur était plus plastique que le charbon argileux, et par pressurage, passa des plis étranglés où se faisait sentir une forte augmentation de pression verticale, aux flancs des plis où il y avait une diminution de pression correspondante.

5. Les déformations ultérieures furent la cause de la plus grande partie des plans de glissements et de l'apparence contournée du charbon, ainsi que des failles et des rides.

Les sables et les graviers des dépôts superficiels offrent une source abondante de ces matériaux; mais, généralement, ils ne sont pas situés suffisamment près de moyens de transport pour que l'on puisse les utiliser avantageusement. On n'en a guère exploité qu'à proximité des voies de chemins de fer pour fin de ballast.

Les argiles de surface de cette étendue sont fréquemment sableuses, quoique en certains cas, elles soient assez plastiques, et on les a utilisées dans la fabrication de briques ordinaires. Les divers schistes de la série de Nanaïmo sont aussi la source d'argiles pour fins industrielles. La plupart des schistes sont gréseux et peu plastiques; aucun d'eux n'est très réfractaire. On s'en sert pour faire des briques ordinaires; les schistes argileux des couches de houille, mélangés avec une certaine proportion d'argile de surface, sont utilisés dans la fabrication de tuyaux d'égouts et autres poteries analogues.

On a exploité les grès de la série de Nanaïmo comme pierre de construction, mais durant 1911, il n'y eut aucune production de ce chef; du reste, il s'en est peu exploité depuis plusieurs

années. Quelques-uns de grès sont concrétionnaires, d'autres tendres et friables. Les diaclases ou cassures verticales, ne sont pas nombreuses, et on peut extraire de larges blocs. Ces grès ont généralement une belle couleur, se taillent facilement, et quoique tendres au moment de l'extraction, ils durcissent bien et donnent une pierre à bâtir d'assez bonne qualité.

Les calcaires impurs, ou calcarénites, des assises Haslam de la série Nanaïmo, qui affleurent sur la rive nord de la baie Departure, ont été l'objet d'un essai d'exploitation comme pierre à chaux. Mais la teneur en chaux, 42·41 pour cent, est trop basse pour que l'on puisse utiliser la roche comme source de chaux,—les impuretés étant du quartz, du feldspath et de la chlorite,—on ne peut, non plus, l'employer dans la fabrication du ciment.

Les roches cristallines de l'étendue de la carte ont été fortement fracturées et disloquées, et certaines des zones de dislocations sont imprégnées de pyrites de fer et de cuivre. On a bien fait un peu de prospection le long de ces zones minéralisées, mais la teneur métallique est trop basse pour pouvoir exploiter ces gisements. Les roches granitiques du mont Hayes sont recoupées par des veines d'aplite et de quartz. Ces veines sont minéralisées, l'aplite très faiblement, tandis que le quartz renferme une proportion notable de calcopyrite et de cuivre panaché. L'une de ces veines, sur le "claim" Thistle, a été l'objet de prospection sérieuse, mais l'épaisseur en est trop faible pour pouvoir être exploitée avantageusement.

## CHAPITRE III

### CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU DISTRICT

#### TOPOGRAPHIE

##### NOTE D'ENSEMBLE

L'étendue qu'embrasse la carte-feuille de Nanaïmo, est située sur la côte orientale de l'île Vancouver. L'île Vancouver est constituée par l'une des chaînes marginales du continent nord-américain, et elle est séparée de la terre ferme par la partie nord de la grande dépression marginale submergée, causée par l'affaissement de la Côte Pacifique.<sup>1</sup> De chaque côté, cette dépression est bordée par des chaînes de montagnes élevées, en Colombie britannique, par la chaîne de la Côte à l'est, et par les chaînes de l'île Vancouver et des Iles de la Reine Charlotte à l'ouest. La chaîne de Vancouver qui constitue virtuellement l'île de Vancouver, a une orientation de N. 55° W. La longueur extrême de l'île est de 290 milles et sa largeur est de 50 à 80 milles, la superficie totale atteignant environ 15,000 milles carrés. Elle est séparée de la chaîne de la Côte, sur la terre ferme, par la partie nord submergée de la dépression de la Côte de l'Océan Pacifique, qui est occupée, du sud au nord, par les détroits Haro, Georgia, Johnstone et Broughton, et par le bras de mer Queen Charlotte Sound. Au sud, elle est séparée de la terre ferme, c'est-à-dire des monts Olympiques de Washington, par une dépression transversale, plus petite, orientée N. 70° W., qui est occupée par le détroit de Juan de Fuca.

La chaîne de Vancouver est constituée par un groupe hétérogène de roches déformées, qui ont une orientation générale vers le nord-ouest, et qui ont apparemment été réduites à une surface relativement unie, laquelle fut subséquemment exhaussée pour former le plateau intérieur de l'île Vancouver. Celui-ci

<sup>1</sup> Willis, Bailey, Feuille de Tacoma, n° 54, Service Géologique des Etats-Unis, 1889.

fut alors énergiquement découpé jusqu'à maturité. Un coup d'œil vers l'intérieur montre les larges intervalles entre les vallées, à relief adouci. Dans la partie sud de l'île, il semblerait que cette surface fut presque réduite à une plaine avant d'être exhaussée, le seul relief consistant en quelques mamelons arrondis de roches plus résistantes qui dominent de quelques centaines de pieds la surface environnante. Mais dans la partie centrale de l'île, le relief semble avoir été beaucoup plus accentué, formé par des montagnes individuelles plus massives et plus élevées, et par de petites chaînes. Le niveau actuel de la surface exhaussée non découpée, mais à contours adoucis est inférieur à 1,500 pieds près de la côte sud, mais s'élève rapidement vers le nord-ouest; dans la partie centrale de l'île, l'élévation de la surface est de 4,000 pieds environ, tandis que les mamelons résiduels depuis l'exhaussement, atteignent maintenant 5,000 à 7,000 pieds au-dessus du niveau de la mer, et quelques pics sont même plus élevés. Ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, le plateau fut découpé jusqu'à maturité. Cet aplanissement eut lieu durant un cycle d'érosion pré-glaciaire, probablement par l'action des rivières de l'ancienne surface, revivifiées par l'exhaussement. Ces rivières consistaient en larges cours d'eau transversaux, avec des affluents dont les vallées suivaient les bandes de roches moins résistantes. Le long de la côte de l'île de Vancouver, on observe des étendues étroites occupées par des roches sédimentaires, qui sont moins résistantes que les roches cristallines qui forment la plus grande partie de l'île, et qui furent, au cours du cycle pré-glaciaire, réduites à l'état de basses terres. On dirait qu'à la suite de la maturité de ce cycle d'érosion, la partie sud-est de l'île fut déprimée en partie au-dessous du niveau de la mer, noyant les vallées, mais laissant les collines et les crêtes émergeant de la mer sous forme d'îles et de promontoires, qui présentent les caractères d'irrégularités d'une rive submergée que l'on observe en cette partie de l'île.

Durant la période glaciaire, l'île fut, apparemment, couverte d'une épaisse calotte de glace, qui rabota et arrondit toutes les altitudes au-dessous de 4,000 ou 5,000 pieds; toutes les vallées pré-glaciaires furent, dans les parties élevées, affouillées par des glaciers locaux, ce qui fait que les niveaux élevés présentent



maintenant des sommets dentelés. Des glaciers remplissaient et affouillaient les plus grandes vallées, convertissant quelques-unes, surtout les vallées transversales drainant vers le sud-ouest, à l'Océan Pacifique, en fiords; des vallées de l'intérieur furent burinées en larges bassins lacustres. Ces glaciers de vallées, coulant vers l'est, ou le long du flanc est de la chaîne Vancouver, se joignaient aux glaciers plus larges et plus nombreux, coulant vers l'ouest, qui descendant des chaînes de la terre ferme, formaient ainsi des glaciers convergents et réunis qui occupaient la dépression entre la chaîne Vancouver et les chaînes de la terre ferme. Ces glaciers convergents rabotèrent la côte basse orientale de l'île Vancouver, enlevèrent virtuellement tout le sol de la surface, et adoucirent les contours anguleux de l'érosion normale. Au recul des glaciers, les terres basses demeurèrent couvertes par un manteau plus ou moins continu de dépôts superficiels non-consolidés. Un exhaussement récent de 250 à 400 pieds a revivifié les cours d'eau qui traversent les terres basses, et ces rivières ont découpé des terrasses dans les dépôts superficiels. Le long de la rive, ces dépôts soulevés ont été minés et forment des falaises abruptes, tandis que là où la côte est constituée de roches dures, elle présente les irrégularités d'origine d'une surface noyée.

### *TOPOGRAPHIE LOCALE.*

L'étendue qu'embrasse la carte-feuille de Nanaïmo, (voir fig. 2) est une section de la partie sud des terres basses de la côte est de l'île Vancouver. Ces terres basses ont cependant un relief assez accentué; les roches sédimentaires sous-jacentes des terres basses varient en résistance à la désintégration, et ont été modérément disloquées; leur orientation générale est vers le nord-ouest, et leur plongement vers le nord-est; il s'est donc développé des larges vallées, N.W.-S.E., dans les bandes de roches tendres, entre des crêtes plus résistantes. Les vallées furent probablement affouillées jusqu'au niveau de la mer, ou à peu près, mais grâce au soulèvement relativement récent, elles ont actuellement des altitudes de 100 à 400 pieds. Les crêtes de roches dures sont du type cuesta, dont les escarpements frontaux sont très raides, parfois presque verticaux, perpen-

diculaires aux plans de sédimentations, tandis que les pentes opposées sont douces et à peu près parallèles aux couches. L'altitude générale des crêtes augmente d'entre 300 et 700 pieds dans la partie est, à 500 ou 1,000 pieds dans l'ouest. Dans la partie ouest, ou plutôt sud-ouest, de l'étendue, on peut voir la montée entre ces terres basses de la côte et le plateau élevé de roches cristallines à l'ouest de l'étendue de la carte; des apophyses des roches cristallines s'avancent vers l'est, en crêtes surbaissées, dont l'altitude augmente vers l'ouest. Des vallées transversales, formées par les plus grands des cours d'eau cou-

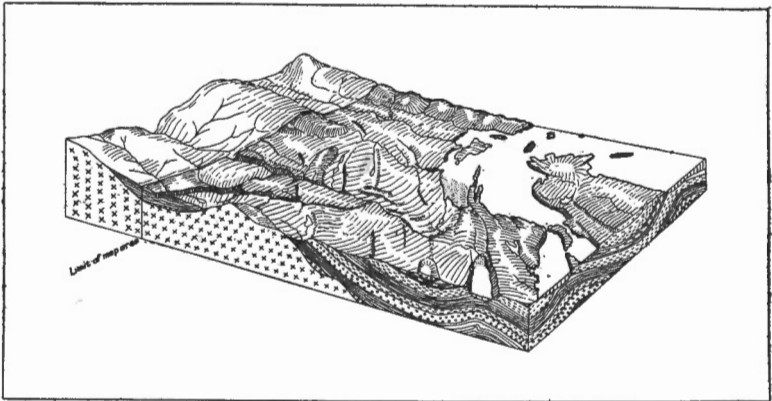


Fig. 2. Diagramme de la topographie de la carte-feuille de Nanaïmo, vers le nord-ouest.

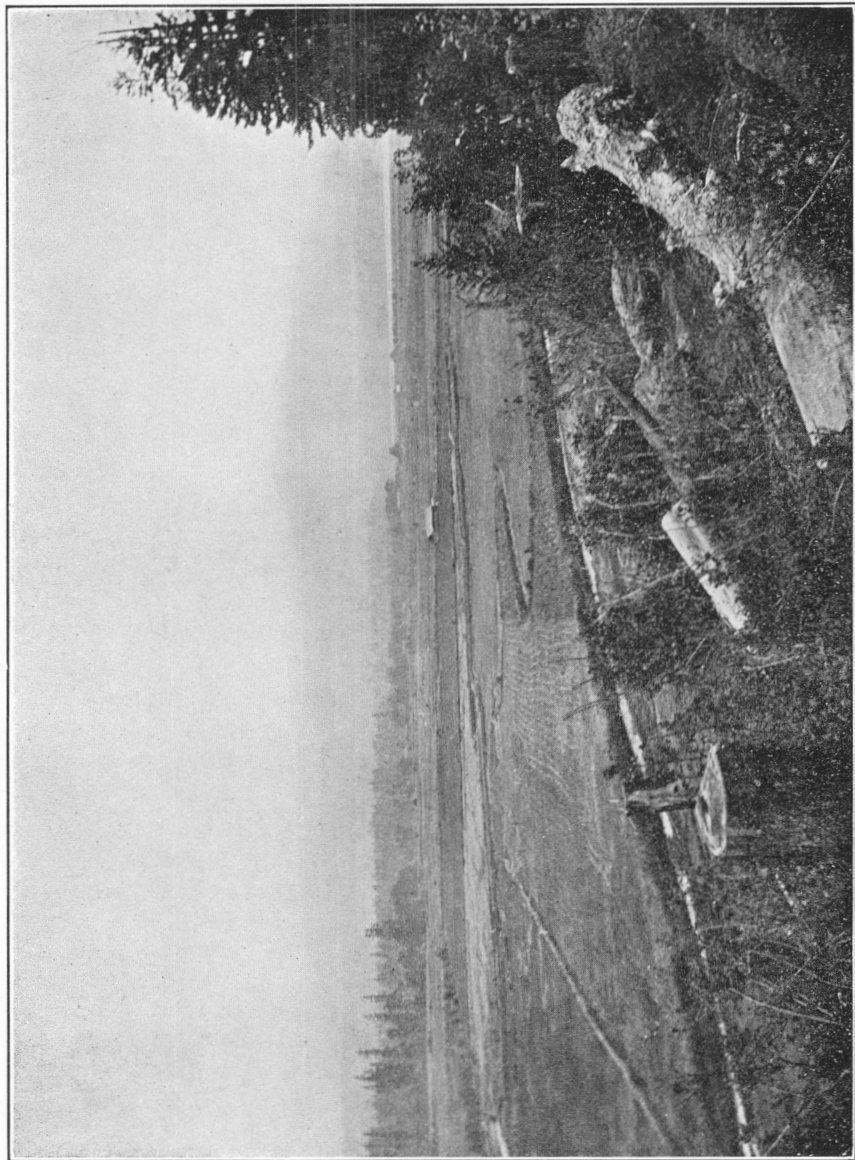
lant vers l'est, découpent la pente et la partie ouest des terres basses. La partie est de ces terres a apparemment subi une dépression et les vallées sont noyées et constituent les larges passages et les havres de cette partie de la côte; tandis que les crêtes de roches résistantes émergent de la surface de la mer, en îles et en pointes, qui sont toujours allongées et en lignes. C'est sur la surface de ces terres basses que se déposèrent les dépôts superficiels non-consolidés, les roches sousjacentes ayant été préalablement rabotées en une pente unie, et quelques-unes des vallées ayant été affouillées par les glaciers convergents qui coulaient vers le sud-est, et aussi par les glaciers locaux. En certaines endroits des vallées affouillées, surtout dans les

vallées barrées par des dépôts de surface, et dans les dépressions irrégulières de ces dépôts mêmes, il se forma des petits lacs dont quelques-uns ont été comblés ou en partie remplis par des alluvions. Depuis le récent exhaussement qui souleva la surface à sa position actuelle, les cours d'eau revivifiés qui traversent les basses terres, ont découpé, en terrasses, les dépôts alluvionnaires, et se sont taillé des canyons étroits dans les roches sous-jacentes (Voir planche I); tandis que le long des côtes, il y eut rétrogression des dépôts superficiels par l'action des vagues; on observe des falaises de ces dépôts, hautes de 20 à 100 pieds, tandis que les matériaux écroulés et lavés forment des barres et des pointes.

## *COMPTE-RENDU DÉTAILLÉ*

### LES TERRES BASSES

Les terres basses de la côte orientale, ainsi que nous l'avons fait remarquer, occupent la plus grande partie de l'étendue de la carte-feuille de Nanaïmo. Les terres basses, qui ont une direction générale nord-ouest sud-est, sont parallèles à l'axe de l'île, traversent la carte diagonalement, et ont une largeur maximum de huit milles dans la partie sud. Les caractéristiques les plus marquées de ces terres basses, sont les vallées longitudinales, affouillées dans les roches tendres, et les arêtes ou chaînes parallèles constituées par les roches plus résistantes. La principale de ces vallées longitudinales, se prolonge à travers la partie centrale des terres basses, et ses extrémités nord et sud sont au-dessous du niveau de la mer; la partie submergée du nord formant une partie du havre de Nanaïmo, et la partie sud, donnant lieu au havre de Ladysmith (Oyster Harbour). Vers le milieu de son parcours, elle est coupée à l'ouest, par l'entrée du plus grand des cours d'eau qui coulent de l'ouest, la rivière Nanaïmo, laquelle continue son cours vers le nord à partir de ce point, en suivant l'ancienne vallée, et à son embouchure, il se forme un delta considérable, qui remplit rapidement la partie submergée nord de la vallée longitudinale, (voir planche II). Des cours d'eau plus petits, qui coulent vers le sud, dans la vallée, accumulent des dépôts de delta plus petits au fond du havre



Delta de la rivière Nanaïmo; basses terres de la côte est au plan moyen, et les hautes terres et le mont Benson au fond.





A



B

- A. Pente d'arrière d'une crête en cuesta, de conglomérat Extension plongeant au sud-ouest. Sud-ouest d'Extension.
- B. Côté frontal (escarpement) d'une crête en cuesta. La veine Wellington affleure à mi-distance de la pente. Siège de la mine n° 3, charbonnages d'Extension.



de Ladysmith (Oyster Harbor). A deux ou trois milles au sud-ouest, une autre vallée longitudinale, la vallée Extension, suit un anticlinal, le long de l'axe duquel affleurent des roches tendres, flanquées de roches relativement plus résistantes, qui forment des arêtes de 60 à 400 pieds, dominant la vallée. Entre ces deux vallées, s'en est développé une troisième plus petite, mais non moins importante, dans les roches tendres associées aux couches de charbon Douglas et Newcastle, et le chemin de fer Esquimaux & Nanaimo suit cette dépression sur une distance de trois milles.

Puisque le plongement principal des roches est vers le nord-est, la pente nord-est des arêtes est la pente douce qui correspond à l'inclinaison des couches tandis que du côté sud-ouest se trouve la pente raide frontale. Cependant, en quelques endroits, où les lits sont refoulés, plus particulièrement près de la bordure intérieure de la partie sud des terres basses, il s'est formé des arêtes assez prononcées, semblables à celles au sud de la vallée Extension, qui sont formées par des roches inclinées vers le sud-ouest (voir planche IIIA). On observe d'autres arêtes semblables, mais plus petites, près de la bordure extérieure de la partie sud des terres basses. En quelques endroits, les arêtes suivent un lit plissé, plus résistant; ce pli, d'après toutes les observations faites, est un synclinal, dont l'axe plonge vers le sud-est. Il se forme donc des crêtes à contours de croissants, les pointes vers le sud-est, ayant des pentes intérieures douces, tandis que les pentes extérieures sont bien plus raides. La mieux développée de ces arêtes en croissant, est située entre la vallée Extension et la vallée, plus large, au nord-est; cette crête se trouve à un demi-mille au sud de la rivière Nanaimo. Elle a une amplitude d'un demi-mille, et est longue de trois quarts de mille; sa hauteur est de 20 à 100 pieds. Le tronçon nord d'une large arête, haute de 700 pieds, la Chaîne Woodley, qui se trouve au nord-est du havre de Ladysmith, (Oyster Harbor) est un exemple moins parfait, du même phénomène, le pli ici étant une ample ride synclinale. En quelques cas, comme au sud-est de la vallée Extension, il s'est développé des arêtes où des roches plus tendres ont été ramenées à la surface par des anciennes failles (voir planche IIIB). Le plongement général



des roches des terres basses est peu élevé, de 5 à 20 degrés, ce qui rend très douce l'inclinaison des pentes de l'arrière des arêtes, tandis que la pente frontale est très raide, approchant parfois la verticale. A part quelques exceptions insignifiantes, l'inclinaison des couches ne dépasse 45° que dans la partie extrême sud des terres basses, près de la bordure intérieure, et là les roches dures forment des crêtes aiguës, ressemblant aux dos d'âne des contreforts des montagnes Rocheuses, avec des pentes également raides des deux côtés. Les dimensions des arêtes varient beaucoup, de petites traînées de quelques pieds, à des crêtes hautes de 400 à 700 pieds, et longues de trois à sept milles. Ainsi que nous l'avons fait observer, les altitudes augmentent de 300 et 700 pieds au-dessus du niveau de la mer, dans la partie est des terres basses, à 500 et 1,000 pieds en avançant vers l'ouest.

Quatre rivières transversales se lèvent dans le plateau et coulent vers l'est, découpant la partie ouest des terres basses. Enumérées du nord au sud, ce sont: la rivière Millstone, qui se jette dans le havre de Nanaïmo; la rivière Chase, qui se jette dans l'un des bras de la rivière Nanaïmo, près du sommet du delta; la rivière Nanaïmo, elle-même, et le ruisseau Haslam, qui se jette dans la rivière Nanaïmo, à une courte distance de l'endroit où celle-ci s'engage dans la large vallée longitudinale, dans laquelle coule la Nanaïmo inférieure. Les deux cours d'eau les plus au nord sont petits; ils serpentent paresseusement dans le drift des terres basses, et n'attaquent les roches sous-jacentes que dans la partie inférieure de leurs cours. Les deux rivières du sud, dont la Nanaïmo est la plus importante, forment de longues vallées, assez étroites, qui non-seulement découpent les terres basses, mais aussi la pente des terres hautes. Cette pente, qui est constituée par l'un des lits les moins résistants des couches sédimentaires, est située dans la partie sud-ouest de la feuille, où elle atteint une largeur de près de 4 milles. Elle est assez douce, car elle ne monte que de l'altitude 500 pieds à l'altitude 1,540 pieds sur ce parcours. Elle est largement recouverte de drift, et seuls les cours d'eau importants atteignent les roches sous-jacentes, mais les roches étant des schistes gréseux peu résistants, fracturés et plissés, les rivières les ont attaquées et



Canyon de la rivière Nanaïmo, montrant une coupe d'une marmite de géant, qui s'évide en profondeur. Profondeur de la cavité 80 pieds.



ont souvent développé un cours en méandres. A sa plus grande largeur, cette pente est traversée par le ruisseau Haslam.

Tant la rivière Nanaïmo que le ruisseau Haslam furent revivifiés par le soulèvement récent, et ils coulent dans des canyons étroits, profonds de 100 à 300 pieds, découpés dans le fond des anciennes larges vallées (voir planche I). Partout où la rivière Nanaïmo passe sur des bandes de roches tendres, le canyon dans lequel coule le cours d'eau s'élargit notablement, mais, au contraire, lorsque les roches sont plus résistantes, la gorge se retrécit et forme un canyon encaissé typique, avec développement de chutes d'eau près du contact entre les roches tendres et les dures. Dans les parois du canyon, on observe de nombreuses "marmites" (*pot-holes*) et en maints endroits, on peut voir une coupe de ces marmites, dont le côté donnant sur la rivière a été usé ou s'est effondré. Les plus grandes de ces cavités, qui atteignent parfois une profondeur de 80 pieds, comme celle de la planche IV, s'évident invariablement vers le fond, et, dans les roches tendres, elles ont parfois une forme hélicoïde. Le développement de ces trous, et leur effondrement subséquent ont été l'un des processus les plus actifs dans la formation du canyon. Quoique ravinés par l'exhaussement auquel est dû l'affouillement du canyon, les nombreux cours d'eau tributaires de la rivière Haslam, telle que la branche Nord, n'ont pas pu tailler aussi profondément que la rivière principale. Donc, à leur embouchure, ils se jettent dans la rivière Haslam en cascades, et leurs vallées pendent au-dessus de celle de l'Haslam.

En de nombreux endroits, l'attrition des glaciers qui recouvraient les terres basses durant la période glaciaire ne se résümait guère qu'à arrondir les angles et à polir les surfaces des roches. Cependant, les vallées longitudinales qui correspondent à l'orientation générale (S. 55° E.) du mouvement de la glace, furent creusées en certains endroits, et leurs flancs furent réduits en pentes uniformes, comme au nord-est du havre de Ladysmith (Oyster Harbour). Au recul des glaciers, une grande partie de ces terres basses demeura couverte d'un manteau de dépôts superficiels. Les dépôts antérieurs semblent avoir été partiellement érodés par des glaciers subséquents, qui lais-

sèrent, sans les affecter, à l'ouest de Nanaïmo trois ou quatre bandes formant des crêtes longues d'un demi-mille et larges d'un huitième à un quart de mille, et d'une hauteur de 60 à 100 pieds, avec leur grand axe, ayant l'orientation générale du mouvement de la glace, S. 50° E. Depuis le récent soulèvement, les dépôts ont été taillés en terrasses par les cours d'eau transversaux revivifiés (planche X A).

Dans quelques-unes des dépressions creusées dans le manteau superficiel, il s'est formé des petits lacs, par exemple le lac Michael dans la partie sud-est de la feuille. Il se trouve aussi de nombreux lacs dans les vallées longitudinales, par places peut-être par trop énergiquement affouillées, mais qui ont certainement été en partie remplies et barrées par des dépôts de drift. Aucun lac ne se trouve entièrement compris dans la plus grande de ces vallées longitudinales, quoique la partie nord-ouest du lac Quennel, la plus grande nappe d'eau intérieure de la carte-feuille, se trouve dans la partie est de la partie médiane de la vallée. Le lac Quennel a une longueur extrême de 4 milles environ, et consiste en plusieurs bras reliés, qui occupent des vallées de roches tendres, entre des crêtes de roches plus dures. A un mille au nord, on observe un autre lac analogue, quoique plus petit, qui consiste en trois bras reliés, le lac Holden, connu aussi à cause de sa configuration sous le nom de lac des Trois Bras. D'autres lacs plus petits que l'on observe dans des petites vallées longitudinales dans la partie est des terres basses, sont le lac Greenway, au sud-est du lac Holden, les lacs Long et Priest, au sud-est du Lac Quennel. Dans la vallée Extension, il y a quatre petits lacs; des deux plus au nord appelés les lacs Overton, le plus grand a moins de trois-quarts de mille de long, et des deux au sud, les lacs Stark, l'un a 700 pieds et l'autre 800. Des autres petits lacs qui restent dans les vallées longitudinales, le lac Cranberry est le plus grand; il se trouve dans la vallée développée par la dégradation des roches tendres qui accompagnent les veines Douglas et Newcastle. Il ne se trouve pas de lacs sur la pente qui remonte vers le plateau, à part quelques étangs de 25 à 100 pieds de diamètre. Pourtant, à la base nord-est de cette pente, on remarque les lacs McKay et Crystal. Dans la partie sud-ouest des terres basses, à l'ouest de la large

vallée longitudinale, il y a une plaine à terrasses étagées, que nous avons appelée le delta Nanaïmo, (voir planche X A), car ces terrasses semblent avoir été découpées, après soulèvement, par la rivière Nanaïmo et le ruisseau Haslam, dans un delta de leurs anciennes embouchures, avant l'exhaussement récent, et durant le retrait des derniers glaciers. Ce delta est large de six milles à sa partie extérieure, mais se retrécit vers le sommet, et à trois milles de la base, en longeant la rivière Nanaïmo, il ne mesure que quelques centaines de pieds, largeur qu'il conserve sur un parcours additionnel de trois milles en remontant le cours d'eau. Sur la bordure ouest de la partie évidée du delta, où sont développées des traînées de cailloux ou "kames," et des excavations par les glaces (planche X B) dont les importantes mesurent de 100 à 800 pieds de large, et varient en profondeur de 10 à 80 pieds, l'altitude atteint 400 pieds au-dessus du niveau de la mer. De cette hauteur, la surface dévale vers l'est jusqu'au voisinage du niveau de la mer, qu'elle atteint, même dans la partie sud, en terrasses larges dont les hauteurs varient de 10 à 50 pieds. La partie inférieure du ruisseau Haslam, dont le volume devient excessif en traversant le delta, se divise en deux cours d'eau serpentants, en atteignant la terrasse inférieure.

#### CRÊTES DE ROCHES CRISTALLINES

Trois apophyses de roches cristallines s'avancent vers l'est de la partie élevée de la carte-feuille de Nanaïmo, et ainsi que nous l'avons déjà mentionné, elles forment trois crêtes surbaissées, dont l'altitude augmente en les suivant vers l'ouest. L'une de ces crêtes, d'une élévation de 500 à 700 pieds, se trouve dans la partie nord extrême de la carte, au nord de la baie Departure, et comme elle s'avance jusqu'au rivage, elle traverse les terres basses de l'est, et constitue la limite nord de l'étendue occupée par les roches du bassin de Nanaïmo. Dans la partie centrale de la carte, une autre crête qui atteint un niveau de 1,100 pieds forme le contrefort est du Mont Benson, une montagne de 3,300 pieds à l'ouest de la ville de Nanaïmo. La troisième se trouve le long de la limite sud de notre carte, et dans sa partie ouest dépasse une altitude de 1,500 pieds. Une plus petite apo-

physe de roches cristallines, bifurquant vers le nord-ouest dans la partie orientale de la crête, constitue le centre de la partie sud de la carte, une élévation arrondie et isolée, haute de 1,460 pieds, le mont Hayes, qui est le point le plus en évidence de toute l'étendue de la carte. Les crêtes sont égouttées par de nombreux petits cours d'eau ou fossés transversaux. Les roches des crêtes ont été arrondies par les glaces, et sur le flanc nord de la crête nord elles ont été rabotées en une pente assez unie. Parfois les petites vallées ont été plus énergiquement creusées par l'action glaciaire, et on observe un lac sur la crête nord, et deux autres sur le flanc est du Mont Benson, qui semblent occuper des bassins entaillés dans le roc. La capacité de ces deux derniers lacs a été augmentée artificiellement par des barrages et ils servent actuellement de réservoirs.

#### LIGNE DE CÔTE ET ÎLES

Tel que nous l'avons décrit plus haut, c'est apparemment à la dépression de la partie est des terres basses, avec ses vallées longitudinales dans les roches tendres entre des crêtes de roches dures, suivie par un exhaussement partiel, que la ligne de côte doit son irrégularité, avec ses baies profondes, ses longues pointes et les nombreuses îles séparées par de longs détroits et chenaux. Dans l'étendue de la carte, on voit deux chenaux principaux, le chenal Northumberland, dans l'est de la partie centrale de la feuille, et au sud, le long de la bordure est de la carte, le chenal Trincomali, qui résulte de l'envahissement par les eaux d'un pli anticlinal fortement dénudé.

La plus importante des îles de l'étendue, l'île Gabriola, séparée de l'île de Vancouver par le chenal Northumberland, est située dans la partie nord-est de la carte, et s'étend à deux milles à l'est de la feuille. L'île est une crête synclinale, longue de huit milles, large de 2 à 3 milles, orientée N. 60° W. Les lits des assises le long des rivages nord-est et sud-ouest plongeant vers l'intérieur de l'île, ces deux côtes sont escarpées; celle du sud-ouest est parfois presque verticale, et atteint une hauteur maxima de 500 pieds. Entre le chenal Northumberland et son prolongement sud-est, le détroit False, ainsi nommé à cause

de son peu de profondeur et des récifs, d'un côté, et le chenal Trincomali de l'autre, se trouve le groupe d'îles De Courcy constitué par les formations plus résistantes du flanc nord-est de l'anticlinal de Trincomali. Le flanc sud-ouest du pli constitue les crêtes de la côte est de l'île Vancouver, et une petite île, l'île Ronde, située près du centre du chenal. Le chenal Trincomali est relié au chenal Northumberland par un étroit passage entre les îles De Courcy (Ile Mudge) et l'île de Vancouver, long d'un demi mille et large de 200 à 400 pieds, dans lequel les marées provoquent un courant violent. Les autres îles de l'étendue sont situées dans la partie nord, et de celles-ci les îles Newcastle et Protection sont les plus grandes. Elles ne sont qu'à une courte distance de l'île de Vancouver, et protègent la baie Departure et le havre de Nanaïmo, reliés par le chenal Newcastle, des tempêtes qui parfois sévissent avec violence dans le détroit de Géorgie, entre l'île de Vancouver et la terre ferme. Les autres îles sont petites, de 1,000 à 1,500 pieds sur leur plus grand diamètre, et elles sont toutes du type "cuesta", sauf toutefois l'île Five Finger, qui est composée de roches cristallines, et qui est à  $1\frac{1}{2}$  mille de la crête cristalline au nord de la baie Departure. Elles sont intéressantes en ce que leur orientation varie, et les roches près de la bordure nord du bassin n'ont pas l'allure générale régnante. Les îles Brandon et Jesse, dans la baie Departure, sont orientées est et ouest, leur pente d'inclinaison plongeant vers le sud. L'île aux Couleuvres (*Snake*) dans le nord de la partie centrale de la carte, est orientée nord et sud, ses roches pendent vers l'est, et l'île Entrance, dans la partie nord-est de la carte, est orientée N. 60° E., et les couches plongent vers le nord-ouest. Des longues pointes qui caractérisent la côte est de l'île de Vancouver, la pointe Jack qui s'avance de la partie centrale de la carte de Nanaïmo, est un exemple bien en vue.

Les îles furent rabotées par les glaciers réunis qui coulaient vers le sud-est, les affleurements furent arrondis, et les chenaux qui les séparent affouillés. Elles ne furent pas couvertes d'un épais manteau de drift, et à un seul endroit, sur l'île de Gabriola, il s'est formé un lac, le lac Hoggan, dans une vallée de roches barrée par le drift.



En deux endroits le long de la côte de l'île de Vancouver, à la baie Departure et sur la rive sud-ouest de la baie Kulleet, dans la partie sud-est extrême de la carte, la ligne de côte est taillée dans le drift. Ici, les dépôts de drift, récemment exhaussés, ont été minés et ont retraits durant le cycle marin actuel, formant maintenant des falaises hautes de 20 à 100 pieds. A la baie Kulleet, le drift abattu forme une barre qui ferme une lagune à la tête même de la baie. En quelques autres endroits, les matériaux de drift ont formé des plages, des pointes et des barres, et à l'embouchure de la rivière Nanaïmo, ainsi qu'à la tête du havre Ladysmith (Oyster), il se forme des dépôts de delta.

La majeure partie de la ligne de côte est constituée par les roches dures, et la rive présente donc toutes les irrégularités initiales de la surface rocheuse déprimée; il est vrai que la surface était, en général, assez régulière à cause de l'allure uniforme des couches sédimentaires dans lesquelles elle était taillée, de sorte que la ligne de rivage est relativement unie. Des petites baies et des cavités creusées par les lames ont été entaillées dans les roches plus tendres et le long de diaclases et de fissures. Lorsque les roches de la côte consistent en grès ou lits épais, agglomérés par un ciment calcaire, il arrive fréquemment que ce ciment, ayant été dissous par l'embrun des vagues, le vent et les vagues ont façonné le grès en grottes, galeries et arcades hémisphériques ou hémicylindriques, à frontons fantastiques découpés en dentelle et en alvéoles. (Voir planches VIII et IX).

#### CLIMAT ET VÉGÉTATION.

Le climat de Nanaïmo et des environs est remarquablement uniforme et tempéré. La température moyenne est de 40° F. en hiver et 60° F. en été; les variations extrêmes de température ont d'étroites limites. La précipitation est moindre que pour la plus grande partie des autres points de la côte de l'Océan Pacifique, car la région se trouve protégée par la chaîne de l'île de Vancouver au sud et à l'ouest, et par la chaîne de la Côte de la terre ferme, au nord. La chute moyenne de pluie annuelle est de 35 pouces, la plus grande partie de la précipitation ayant lieu

durant l'hiver, tandis que les étés sont secs. L'étendue de la carte de Nanaïmo était autrefois aussi fortement boisée que les autres parties de la côte est de l'île de Vancouver; les essences étaient surtout des conifères, avec prédominance de sapin de Douglas et de cèdre rouge. Mais on a coupé beaucoup de bois, et dans les larges vallées, on a défriché de grandes étendues qui sont maintenant en culture. Les principaux produits de l'agriculture sont les céréales, les légumes et les petits fruits.

## CHAPITRE IV.

## GÉOLOGIE GÉNÉRALE

*COMPTE-RENDU D'ENSEMBLE.*

## GÉOLOGIE RÉGIONALE

L'île de Vancouver est constituée par des roches métamorphiques volcaniques et sédimentaires déformées, recoupées, envahies et remplacées par de nombreux amas irréguliers de roches granitiques, et elle est bordée, le long des deux côtes, par une lisière de couches sédimentaires, qui reposent en discordance sur les anciennes roches métamorphiques et les roches granitiques. Les formations rocheuses sont plus ou moins recouvertes d'un manteau de matériaux de transport, qui, tout en étant en partie stratifiés, consistent, dans une grande mesure, en dépôts détritiques glaciaires. Les roches métamorphiques sont surtout d'âge mésozoïque inférieur, apparemment triasique et jurassique, quoiqu'elles comprennent aussi des assises paléozoïques. Les roches qui semblent être les plus anciennes, que nous raccordons provisoirement au paléozoïque supérieur (Carbonifère), sont des phyllades et des schistes quartzeux, ainsi que des roches volcaniques fragmentaires schisteuses. Ces roches, profondément métamorphisées, occupent une bande large de 2 à 7 milles, qui traverse l'extrémité sud de l'île, et que nous appelons la formation Leech River, et les volcaniques de Malahat.

Des roches d'âge mésozoïque inférieur occupent la plus grande partie de l'île de Vancouver, et constituent le groupe Vancouver. Elles consistent surtout en roches volcaniques basiques, métamorphisées, que l'on désigne sous le nom de volcaniques de Vancouver, en grande partie des méta-andésites. On observe, associés aux volcaniques de Vancouver, et généralement intercalés en petits amas lenticulaires, des calcaires cristallins, qui ont reçu la désignation de formation Sutton. En outre,

associée aux méta-volcaniques, on trouve une série de roches stratifiées, phylladiennes et pétrosiliceuses, la série Sicker, en partie composée de matériaux volcaniques. Ces roches et les roches volcaniques associées, ont été fortement métamorphisées et rendues schisteuses.

Toutes les roches ci-dessus ont été recoupées, envahies et en partie remplacées par des roches batholithiques et filoniennes. Les roches batholithiques sont principalement des granodiorites, avec facies marginaux de diorite, et dans la partie sud-est de l'île, il y a aussi des gabbro-diorites et des gneiss de diorite quartzeuse. Toutes les roches batholithiques sont connexes entre-elles, et semblent toutes provenir de la même période d'intrusion. On peut, cependant, les subdiviser en quatre types qui se sont suivis apparemment dans l'ordre suivant: gneiss gabbrodiorite de Wark, gneiss diorite-quartzéuse de Colquitz, diorite de Beale, et granodiorite de Saanich. Il est probable que les "roches intrusives mineures," et aussi des porphyrites tant acides que basiques, proviennent de la même période générale d'épanchement.

Reposant en discordance sur la surface érodée des roches granitiques et métamorphiques, se trouve une puissante série de roches sédimentaires fragmentaires, en assises concordantes, la série de Nanaïmo, en grande partie d'âge crétacé supérieur, quoique la partie élevée relève peut-être de la partie inférieure du Tertiaire (Eocène). Les roches de la série de Nanaïmo sont presque entièrement restreintes à la côte est de l'île. Elles consistent en conglomérats, grès, schistes et en charbon. En général, les assises ont été refoulées en amples plis, ayant une orientation nord-ouest sud-est, et une inclinaison vers le nord-est, mais par places, elles ont été fortement plissées et renversées vers le sud-ouest, et brisées par des failles inverses et des charriages.

La déformation de la série de Nanaïmo eut probablement lieu à l'époque post-Eocène. Antérieurement, durant l'Eocène supérieur, il s'était accumulé dans la partie sud de l'île, une épaisse formation de roches volcaniques, les roches volcaniques de Metchosin, qui sont surtout des basaltes. Ces roches subirent les déformations post-éocènes, et furent en même temps envahies

par des épanchements de gabbro, que l'on désigne du nom de roches intrusives de Sooke.

Le long de la côte sud-ouest de la partie sud de l'île, on observe, restreintes à des petits bassins étroits, une série de sédiments d'âge miocène, les formations Carmanah et Sooke. Ces roches sédimentaires, qui consistent surtout en conglomérats et en grès, sont des dépôts marins, et constituent des lambeaux d'une plaine côtière miocène qui était beaucoup plus étendue.

A l'époque pléistocène, l'île de Vancouver était recouverte d'une épaisse calotte de glace, et des grands glaciers, formés de la réunion de glaciers de vallées et alimentés par les champs de glaces de l'île de Vancouver et de la terre ferme, occupaient les détroits de Georgia et de Juan de Fuca. Le limon glaciaire (*till*) résultant se trouve sur les hauteurs, mais dans les plus grandes vallées, et dans les terres basses de la côte, le drift, quoiqu'en grande partie composé de débris glaciaires, est stratifié, car il a été déposé par des agences fluviales, lacustres et marines. Une seconde période d'action glaciaire, de moindre intensité, suivit la formation des dépôts stratifiés, de façon qu'ils ont été en partie érodés, et recouverts d'un till glaciaire subséquent. Un soulèvement récent de 250 à 400 pieds a eu lieu, amenant les basses terres côtières, et leur manteau de dépôts stratifiés en grande partie d'origine marine, à leur position actuelle, de 200 à 600 pieds au-dessus du niveau de la mer.

## GÉOLOGIE LOCALE

La plus grande partie de l'étendue de la carte de Nanaïmo est occupée par la série sédimentaire de Nanaïmo d'âge crétacé supérieur. Ces assises reposent sur les roches jurassiques inférieures, et probablement sur les roches métamorphiques triassiques du groupe de Vancouver, et les roches granitiques de l'épanchement jurassique supérieur. Les roches métamorphiques et granitiques, dans les limites de la feuille de Nanaïmo, forment trois crêtes surbaissées qui se développent vers l'est en partant du plateau situé à l'ouest de la carte. Il y a dans l'étendue de la feuille, deux représentants du groupe de Vancouver, les roches volcaniques Vancouver et la série de Sicker.

Les roches volcaniques Vancouver, qui constituent les deux crêtes plus au nord, sont surtout des andésites, ou basaltes altérés, compactes, verdâtres, fortement fissurés et disloqués, recoupés par de nombreux filonets de quartz, et de quartz épidote, et par places imprégnés de pyrite de fer (par remplacements) surtout dans les plans de glissements. La série de Sicker est restreinte à la crête sud, et ne forme qu'une étroite bande longue d'un mille environ. Ces assises consistent en roches phylladiennes et pétrosiliceuses, et sont des sédiments métamorphiques à grain fin. Les assises de Sicker et les roches volcaniques de Vancouver ont été bouleversées et envahies par les roches granitiques.

Les roches granitiques sont virtuellement restreintes à la plus au sud des trois crêtes de roches cristallines. Elles consistent en grano-diorite de Saanich, avec un facies marginal, plus ancien, de gabbro-diorite que la granodiorite recoupe, et, dans la partie sud-est extrême de la carte-feuille, une porphyrite gabbroïde, désignée sous le nom de gabbro-porphyrite de Sicker, qui est intrusive dans la série de Sicker.

Les roches granitiques furent amenées au jour, par érosion, avant la sédimentation de la série de Nanaïmo, à l'époque crétacée supérieure, mais la surface sur laquelle ces couches reposent avait un relief marqué. On observe des petites irrégularités dans les discordances qui sont exposées, et les plans de contact entre la série de Nanaïmo et les roches sous-jacentes, lorsqu'ils ne sont pas bouleversés par des plissements aigus et des failles, suivent de près les niveaux des élévations actuelles, qui, à l'époque de la sédimentation, devaient aussi être en relief analogue, à moins que l'on ne suppose une structure et des plissements beaucoup plus irréguliers et complexes que l'on n'observe, autre part.

Les couches de Nanaïmo consistent en alternances de conglomérats, de grès et de schistes, et renferment les couches de charbons du bassin houiller bien connu de Nanaïmo. En général, les conglomérats sont surtout composés de roches quartzeuses; les grès sont des grains de quartz et de feldspath à arêtes vives, dans un fond verdâtre de minéraux ferro-magnésiens secondaires, et les schistes sont des boues siliceuses fines carburées, et des miné-

raux ferro-magnésiens secondaires. Un trait assez curieux des assises schisteuses supérieures, surtout de celles qui sont caractérisées par un grand nombre de minces entrelits de grès, est la présence de nombreux filons ou dykes de grès, atteignant jusqu'à 3 et 4 pieds de largeur. Ils recoupent les schistes d'une façon bien marquée, apparemment le long de plans de diaclases, et les schistes sont fréquemment relevés ou légèrement contournés au contact de ces dykes.

Les diverses couches sédimentaires de la série de Nanaïmo passent assez rapidement de l'une à l'autre tant dans une direction latérale que verticale. Toutefois, il est possible, sur une base lithologique et stratigraphique, de subdiviser les couches en divers membres ou formations (énumérés dans les tableaux qui suivent) possédant des caractéristiques plus ou moins distinctives. La puissance totale de la série de Nanaïmo est en moyenne de 6,760 pieds.

La série de Nanaïmo a été modérément bouleversée, et possède une orientation générale nord-ouest sud-est, et un pendage vers le nord-est. Sur la bordure nord du bassin de Nanaïmo, la direction générale appuie vers le nord-est et l'est, tandis que l'inclinaison est vers le sud-est et le sud. Il y a bien quelques larges plis amples, et un grand nombre de froissements plus petits. Presque tous sont orientés nord-ouest sud-est, et dans le cas de plusieurs, particulièrement les petits plis, l'axe plonge et le pli s'aplatit vers le sud-est. Les plis majeurs, en procédant du sud-ouest au nord-est, et en traversant des formations successivement de plus en plus récentes (voir cartes) sont: l'anticlinal Extension, le synclinal Kulleet, l'anticlinal Trincomali et le synclinal Gabriola. Des failles sont assez fréquentes, mais généralement, ce ne sont guère que des plis aigus et des pincements à rejets très faibles, dont quelques-uns semblent avoir eu lieu pendant que les sédiments étaient encore mous. Dans la partie ouest centrale du bassin, on observe deux grandes failles inverses, ou de compression. Ces deux dislocations, qui se trouvent au sud-ouest de l'anticlinal Extension, ont une direction nord-ouest sud-est, et un plongement raide au sud-ouest. Les rejets des failles sont de 500, et 150 pieds, respectivement; et dans chaque cas, la lèvre sud-ouest est

soulevée au-dessus de l'autre. Au nord-est de l'anticlinal Extension, il y a deux failles problématiques; toutes deux sont des failles longitudinales, qui semblent être inverses, la lèvre nord-est étant soulevée, avec rejets de 200 et de 300 pieds.

Avant la période glaciaire, les assises déformées de Nanaïmo furent réduites à des terres basses, qui, cependant, retinrent un relief assez considérable, des vallées importantes ayant été creusées dans les bandes de roches, tandis que les roches dures demeuraient comme crêtes. Durant la période glaciaire, les terres basses furent à deux reprises rabotées par des glaciers, et comme résultat, une grande partie de la carte-feuille de Nanaïmo est recouverte de dépôts superficiels divers qui cependant consistent en grande partie de détritiques glaciaires. On peut les subdiviser selon leurs caractéristiques lithologiques, leur mode de dépôt et leur âge, en *till Admiralty*, déposé durant le premier envahissement de glaces; les argiles, sables et graviers *Puyallup*, déposés durant l'époque inter-glaciaire; le drift *Vashon*, qui recouvre les dépôts antérieurs, déposés durant la seconde époque d'envahissement glaciaire, qui fut plus courte que la première; les sables et graviers *Colwood*, un dépôt de delta formé durant le recul des jeunes glaciers; et des débris de roches, des alluvions et dépôts de marais, de delta, de littoral, formés durant l'époque récente. Depuis la période glaciaire, les dépôts glaciaires ont été exhausés de 400 pieds environ, et les argiles, sables et graviers stratifiés de Puyallup et de Colwood, qui sont les dépôts les plus étendus, ont été découpés en terrasses par les cours d'eau que le soulèvement a revivifiés.



## TABLEAU DES FORMATION

Quaternaire... Récent.....	Post-Glaciaire.....	Alluvions de littoral. Alluvions de marais et de delta. Débris rocheux.
Pléistocène.....	Dernière époque glaciaire Stage de recul du glacier.....	Sables et graviers Col- wood. Stage d'invasion glaciaire Drift de Vashon. Epoque interglaciaire.....
	Première époque glaciaire.....	Argiles, sables et gra- viers Puyallup. Till Admiralty.
Tertiaire.... Eocène.....		Dykes et filons de por- phyrite-dacite.
Mésozoïque... Crétacé supérieur	Série de Nanaïmo.	
	Formation Gabriola.....	Grès prédominants.
	" Northumberland.....	Conglomérats, grès et schistes.
	" De Courcy.....	Prédominance de grès.
	" Cedar District.....	Schistes.
	" Protection.....	Grès grossiers, schistes gréseux, renfermant la veine de charbon Douglas.
	Veine de charbon Newcastle	
	Formation Cranberry.....	Grès schisteux et schis- tes gréseux; con- glomérats et grès grossiers.
	Formation Extension.....	Prédominance de con- glomérats, avec schistes, grès et quel- ques filets de char- bon.
	Veine de charbon Wellington.	
	Formation East Wellington....	Prédominance de grès.
	" Haslam.....	Prédominance de schis- tes calcarénites.
	" (Schistes marins).	
	" Benson.....	Conglomérats de base.
Jurassique supérieur et peut-être Cré- tacé inférieur.....	Roches intrusives granitiques. Porphyrite gabbroïde de Sicker. (Position incertaine dans l'échelle).	Massifs et dykes.
	Granodiorite Saanich.....	Batholithe.
	Gabbro-diorite.....	Facies marginal de la granodiorite.
Jurassique inférieur et Triassique.....	Groupe de Vancouver	
	Série de Sicker.....	Sédiments quartzeux et phylladiens, mé- tamorphiques.
	(Position incertaine).	
	Roches volcaniques de Vancou- ver.....	Méta-andésites et mé- ta-basaltes.

## DESCRIPTION DES FORMATIONS

## GROUPE DE VANCOUVER

Les roches cristallines sur lesquelles reposent en discordance les couches sédimentaires de la série de Nanaïmo, comprennent les roches métamorphiques du groupe de Vancouver, et les roches intrusives granitiques ou batholithiques qui les recoupent

et les pénètrent. Dans l'étendue de notre carte, il y a deux membres du groupe de Vancouver, l'un, les roches volcaniques de Vancouver, et l'autre, les roches de la série Sicker.

## ROCHES VOLCANIQUES DE VANCOUVER.

### *Distribution.*

Les roches volcaniques de Vancouver, forment deux crêtes basses, qui se développent vers l'est et prennent naissance dans le plateau élevé de roches cristallines à l'ouest de l'étendue de notre carte. La crête du Nord se trouve dans la partie nord-ouest de la feuille, au nord de la baie Departure, et constitue la limite nord du bassin de Nanaïmo. Les roches volcaniques s'étendent jusqu'au-dessous du niveau de la mer, et affleurent en quatre ou cinq endroits à un mille ou un mille et demi au large de la côte, où elles forment les "West Rocks," et l'île Five Finger. La crête sud constitue le flanc est du Mont Benson, l'élévation haute de 3,300 pieds à l'ouest de la ville de Nanaïmo. On en trouve un autre petit affleurement dans la rivière Nanaïmo, près de la bordure ouest de la carte. Quoique parfois recouvertes d'un manteau superficiel assez persistant, les roches volcaniques sont assez bien exposées au jour. On peut observer leur contact avec les roches sédimentaires sus-jacentes le long de la côte; et à l'intérieur, on peut assez bien déterminer leurs contours, excepté toutefois le long du flanc sud-est de la crête sud.

### *Caractéristiques lithologiques.*

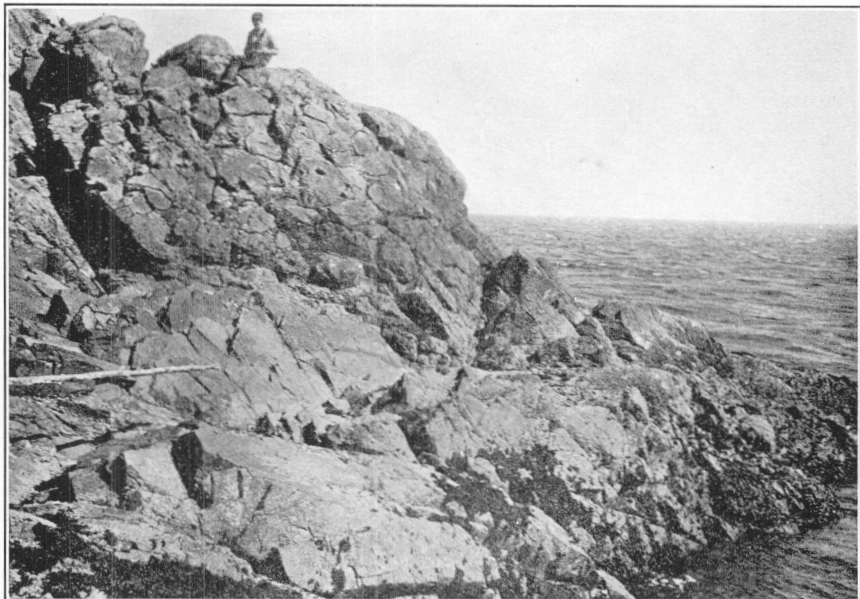
Les roches volcaniques de Vancouver ont une apparence uniforme et sont typiques des roches méta-volcaniques du groupe Vancouver. Ce sont des méta-andésites, ou méta-basaltes, compacts, assez frais, vert-foncé à vert grisâtre, fréquemment à texture porphyritique, avec un fond felsitique ou aphanitique, contenant des phénocristaux de plagioclase, de hornblende ou d'augite altérés. Ces roches sont fracturées et disloquées, recoupées par de nombreux filons de quartz et quartz-épidote, et par places imprégnées et remplacées par de la pyrite, plus spécialement dans les plans de glissements ou de dislocations.

On peut observer une structure en coussins ou bourrelets en plusieurs endroits, et particulièrement sur les "West Rocks" (voir planche V A). On en trouve des variétés fragmentaires, mais elles ne sont pas fréquentes. On en rencontre, bien exposées au jour, sur la rive ouest de la baie Hammond, près de la pointe Neck. Elles consistent en tufs fins, brun-rouge, et en agglomérés avec des fragments anguleux, ayant jusqu'à 4 pouces de diamètre, des méta-andésites ou méta-basaltes qui tournent au rouge ou au vert sur leurs faces exposées.

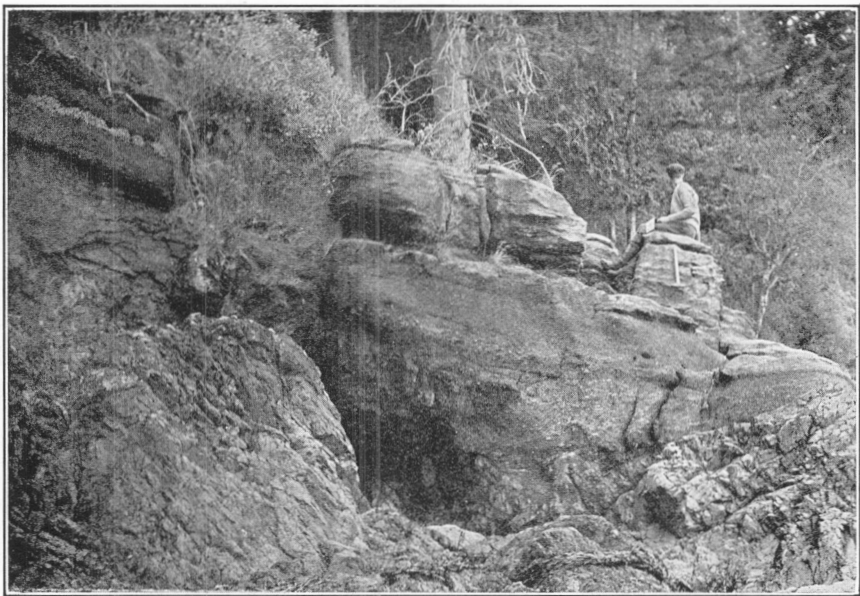
La pâte, d'après un examen au microscope, consiste essentiellement en petits cristaux allongés, ou microlites, d'un feldspath andésine (env. Ab. 55 An. 45) et de hornblende ou d'augite; ces deux dernières sont généralement altérées en chlorite. Le seul minéral accessoire important est la magnétite, que l'on trouve en grains fins, et petites quantités. Le grain de la pâte varie, de vitreux ou micro-aphanitique à un grain mesurant un décimillimètre. La texture originale est fréquemment obscurcie par la décomposition, mais les cristaux allongés de feldspath ont généralement une disposition irrégulière, avec hornblende ou augite dans les interstices. Les phénocristaux sont de plagioclase, (labradorite à andésine) et de la hornblende et de l'augite altérées. Ils ont des diamètres de 1 mm. ou moins à 3 mm. et sont parfois très nombreux quoique la pâte prédomine toujours. Le degré d'altération est avancé et en outre de la chlorite, on observe fréquemment comme minéraux secondaires, de l'uralite, épidote, zoïsité, calcite, kaolin, quartz, pyrite et limonite. Dans quelques roches, l'hématite et la magnétite sont apparamment secondaires.

### *Relations structurales.*

Les roches volcaniques de Vancouver ont été fortement bouleversées, ainsi que l'indiquent les fractures et les glissements qu'elles ont subis. Nous n'avons pas pu relever leur allure par observation directe, mais il est probable qu'elles ont une orientation vers le nord-ouest, avec plongements raides, en commun avec les autres roches volcaniques Vancouver de la partie sud de l'île. En d'autres parties de l'île de Vancouver, ces roches volcaniques sont recoupées par des roches granitiques, auxquelles on assigne un âge jurassique supérieur, et dans l'étendue



A



B

- A. Structure en bourrelets des roches volcaniques Vancouver; West Rocks.
- B. Discordance entre les couches de la série Nanaïmo et les roches volcaniques Vancouver sous-jacentes; pente nord de la crête au nord de la baie Departure à 1½ milles à l'ouest de la pointe Neck; montrant les irrégularités de l'ancienne surface.



de la feuille de Nanaïmo, les roches volcaniques qui affleurent dans le lit de la rivière Nanaïmo, près de la bordure ouest, sont recoupées par la granodiorite de Saanich. Aussi, on trouve dans les roches granitiques sur le flanc nord du Mont Hayes, des inclusions d'amphibolite, qui peuvent être des enclaves de roches volcaniques Vancouver fortement altérées. Les roches volcaniques Vancouver sont recouvertes en discordance par les roches sédimentaires de la série de Nanaïmo, qui reposent dans les dépressions irrégulières de la surface des volcaniques (voir planche V B).

### *Mode de formation, âge et corrélation*

D'après les observations et les relevés faits dans d'autres parties de l'île de Vancouver, nous sommes arrivé à la conclusion que les roches volcaniques de Vancouver étaient, en grande partie, d'origine marine.<sup>1</sup> La structure en bourrelets étant généralement provoquée au sein d'épanchements sous-marins, sa présence dans les roches Vancouver appuie cette conclusion. Dans la carte-feuille de Nanaïmo, nous n'avons pu trouver de preuves ou de données directes sur l'âge de ces roches volcaniques, à l'exception qu'elles sont antérieures à la série Nanaïmo, c'est-à-dire qu'elles précèdent le Crétacé supérieur. Mais elles sont si semblables aux autres roches volcaniques Vancouver observées autrepars dans l'île, qu'il est à peu près certain qu'elles peuvent y être rattachées. Donc, nous les plaçons dans le groupe de Vancouver, lequel, dans la partie sud de l'île de Vancouver, contient des roches du Jura inférieur et probablement des roches triasiques.

### SÉRIE DE SICKER

Dans l'angle extrême sud-ouest de la feuille de Nanaïmo on trouve des roches pétrosiliceuses et phylladiennes, et à part quelques petits affleurements, qui se montrent dans le canyon du creek Haslam, c'est le seul endroit de la carte, où ces roches apparaissent. Elles occupent de plus grandes étendues au sud-ouest de la carte, mais dans les limites de la feuille, elles s'y

<sup>1</sup> Voir Mémoire n° 13, Com. geol. du Can., 1912.

trouvent en une bande longue d'un mille de l'est à l'ouest, et large de 200 à 700 pieds. Les roches sont toutes des sédiments à grain fin, en lits minces, qui étaient à l'origine des schistes carbonés, et des grès argileux à grain fin, mais maintenant métamorphisés en roches pétrosiliceuses et phylladiennes. Elles sont fort bouleversées et même contournées, et ont une orientation générale variant de nord et sud à N. 25° W. avec plongements raides, de 50° à 80° à l'ouest. Elles sont recoupées par des dykes de la gabbro-porphyrîte de Sicker, et au sud elles sont pénétrées par une cheminée de la même roche. Quoique nous n'ayons pas observé de zone de contact, il est probable qu'elles sont aussi recoupées par la granodiorite de Saanich. Elles sont recouvertes, en discordance, par le conglomérat de la base (Benson) de la série de Nanaïmo, qui est fortement refoulé contre les roches plus anciennes; et le long du contact il semble y avoir des fractures et failles. Les roches sont les mêmes que les sédiments métamorphisés de la série Sicker du groupe de Vancouver,<sup>1</sup> que l'on considère être d'âge jurassique ou triassique; nous les avons donc rapportées sur la carte comme relevant de la série de Sicker.

## ROCHES INTRUSIVES GRANITIQUES

Les roches granitiques qui pénètrent le groupe Vancouver, et qui sont sous-jacentes, en discordance, à la série de Nanaïmo, relèvent de trois types: la gabbro-diorite, la granodiorite de Saanich, et le gabbro, ou la porphyrite-gabbroïde de Sicker. A part de leurs caractéristiques lithologiques, ces roches sont considérées ensemble.

### DISTRIBUTION

Les roches batholithiques sont presque exclusivement restreintes à une arête qui se développe le long de la bordure sud de la carte et qui forme la limite sud du bassin de Nanaïmo. La granodiorite de Saanich est le type le plus abondant, et une apophyse de cette roche s'étend vers le nord-ouest, du massif principal situé au sud de la carte qui constitue le mont Hayes lequel

<sup>1</sup> Mémoire n° 13, Com. géol. du Can., 1912.

domine les terres basses environnantes; ces terres sont occupées par les schistes Haslam de la série de Nanaïmo. On trouve de la gabbro-diorite sur le flanc nord du Mont Hayes. Le gabbro de Sicker, ou gabbro-diorite, constitue un large massif dans la partie ouest de la crête, mais seule une petite partie de cette roche est exposée au jour dans l'étendue de notre carte, dans l'angle sud-ouest. Un petit piton de la granodiorite de Saanich pointe aussi dans la vallée de la rivière Nanaïmo, près de la limite ouest de la carte.

## CARACTÉRISTIQUES LITHOLOGIQUES

### *Gabbro-diorite*

La gabbro-diorite normale, dont les caractéristiques lithologiques varient considérablement, est une roche de couleur foncée, généralement de grain moyen, quoique parfois variable, qui consiste en feldspath et hornblende, avec de la pyrite de fer disséminée. Par places, la hornblende, apparemment recristallisée, se trouve en gros cristaux rectangulaires semblables à ceux des gneiss de la gabbro-diorite de Wark.<sup>1</sup> Aux environs des contacts avec la granodiorite intrusive de Saanich, le gabbro-diorite est fréquemment à grain fin, et passe même à une amphibolite. Ces facies à grain fin sont généralement feuilletés et étirés. Ils sont aussi fort altérés, imprégnés de pyrite et recoupés par des veinules de quartz et de feldspath, formant parfois des rubans parallèles aux feuillets.

Sous le microscope, la gabbro-diorite normale consiste essentiellement en feldspath plagioclase, labradorite (environ Ab. 40 An. 60) à andésine (Ab. 75, An. 25) à croissance zonaire, hornblende vert-brun et, à l'origine augite. Les minéraux accessoires sont de la magnétite, de la pyrite, de la titanite, de l'apatite, et, dans le cas de certaines variétés, du quartz. La texture est anhédrale à subhédrale, et de la hornblende secondaire, écrasée et en partie recristallisée, contient des petites enclaves poikilitiques de feldspath. Le degré d'altération varie de modéré à avancé, et il est possible qu'une forte proportion de la hornblende soit un produit secondaire de l'augite. Les

<sup>1</sup> Mémoire n° 13, Com. géol. du Can., 1912.



autres minéraux secondaires sont la biotite verte, l'épidote, la chlorite, la calcite, la séricite et le quartz. Les phases à grain fin et l'amphibolite sont de composition analogue quoiqu'elles ne contiennent aucun vestige de l'augite primaire et ont une structure anhédre sans contours cristallins. L'une des phases à grain fin, provenant du flanc nord-est du Mont Hayes, près du ruisseau Bush, diffère sensiblement de texture, et consiste en cristaux allongés de hornblende, disposés irrégulièrement, et de feldspath, avec feldspaths interstitiels, et de gros grains irréguliers de titanite et de plus petits grains de magnétite.

### *Granodiorite de Saanich*

La granodiorite est assez uniforme, de couleur pâle, tournant presque au blanc sur les parties exposées, à grain moyen et d'apparence quelque peu gneissique; elle se trouve en larges bancs arrondis. Cette roche consiste en feldspath, quartz, hornblende, biotite, avec de la magnétite accessoire. L'apparence gneissique, qui n'est pas très prononcée est due à l'alignement parallèle des minéraux foncés, la hornblende et la biotite. La granodiorite renferme aussi quelques petites ségrégations arrondies et de couleur foncée. Près des zones de contacts, la hornblende et la biotite sont plus abondantes, et on trouve la hornblende en larges cristaux rectangulaires, qui donnent à la roche une apparence quelque peu porphyritique.

La roche normale est recoupée par des dykes ou filons d'aplite, de couleur plus pâle, et aussi par des veines de quartz-feldspath. Les aplites sont holocristallines, mais à grain fin, et consistent presque entièrement en quartz et feldspath. Les seuls minéraux foncés, visibles au microscope, sont quelques grains disséminés de hornblende et de biotite. Dans quelques variétés, le quartz et le feldspath forment un fin entrelacement "graphique," et comme le feldspath est transparent, ces variétés ont une apparence uniforme. Des filons de cette roche ressemblent donc à des veines de quartz, et les prospecteurs les ont souvent pris pour telles. La granodiorite est aussi recoupée par des veines grossièrement cristallines de quartz et de feldspath, tournant au blanc lorsqu'elle est exposée, qui contiennent

des minéraux métalliques, surtout de la chalcopyrite et de la molybdénite.

Les éléments essentiels de la granodiorite normale sont: l'andésine (env. Ab. 65, An. 35) la microperthite, la microcline, le quartz, la hornblende et la biotite, et les minéraux accessoires, la magnétite, la sphène et l'apatite. La microperthite est un entrelacement, en assez gros grains, probablement d'orthose ou de microcline, et d'albite, le premier de ces feldspaths prédominant. L'andésine, qui, en quelques variétés, présente une structure zonée, est le feldspath principal, et constitue environ 35 pour cent de la roche. Le quartz entre pour environ 25 pour cent, la microcline et la microperthite pour 15 à 20 pour cent, et les éléments foncés pour 20 à 25 pour cent. La texture des éléments est subhédrale, certains cristaux de l'andésine et de la hornblende ont des contours assez définis, mais la plupart des cristaux ont des contours irréguliers entrelacés, le feldspath formant parfois enclave dans la hornblende. L'apparence gneissique que l'on observe dans les spécimens macroscopiques, n'est pas aussi visible en plaques minces, le quartz n'accusant que peu d'ombres roulantes. En général, l'altération de la granodiorite est faible, et les minéraux secondaires sont la biotite, la chlorite, l'épidote et la séricite. Quelques variétés ont cependant été plus cisailées et métamorphisées, et sont recoupées par des veinules de séricite. La roche, quoique très analogue à la granodiorite typique de Saanich<sup>1</sup>, est cependant moins altérée et contient plus de microperthite et de microcline, un plagioclase plus sodique, et plus de biotite. Cependant, ces différences ne sont pas suffisantes pour autoriser à différencier, sur la carte, les contours géologiques de cette granodiorite, de ceux de la granodiorite de Saanich, comme étant de types distincts, quoique nous considérons la granodiorite de Nanaïmo, comme étant le facies Ladysmith de la granodiorite de Saanich.

Au microscope, on voit que les aplites qui recoupent la granodiorite consistent essentiellement en orthose, microcline et albite, surtout en entrelacements microperthitiques, et quartz, accompagnés d'une très petite quantité de biotite, hornblende, titanite, magnétite, pyrite de fer, et apatite, comme minéraux

<sup>1</sup>Voir description de cette roche, Mémoire n° 13. Commission géologique du Canada, 1912.

accessoires, qui ne sont pas tous présents dans le même dyke. Le quartz et le feldspath sont généralement entrelacés graphiquement, parfois en grains fins, ailleurs plus grossièrement. Les produits d'altération sont rares, et la séricite est à peu près le seul minéral secondaire.

### *Porphyrite gabbroïde de Sicker.*

La porphyrite gabbroïde de Sicker est une roche vert-foncé, d'un grain fin à moyen, qui consiste en lames de feldspath dans une pâte d'éléments foncés altérés, surtout de la hornblende, avec des petits cristaux rectangulaires ou phénocristaux de feldspath; ceux-ci sont parfois plus gros.

C'est donc essentiellement un assemblage de feldspath plagioclase, surtout, labradorite (env. Ab. 40, An. 60) et d'une hornblende gris-bleuâtre pâle, uralitisée, qui est probablement secondaire, dérivée de l'augite. Comme accessoires, on n'observe virtuellement que de la magnétite et de l'ilménite, en gros cristaux squelettiques. La texture est subporphyritique et subhédrale, avec lames de feldspath diversement orientées, et hornblende interstitielle. La roche a été déformée, la déformation tordant les feldspaths et déchiquetant la hornblende. L'altération de la roche est de faible à modérée, et les minéraux secondaires consistent en lambeaux de biotite, traînées de chlorite, et un peu de séricite. La roche est identique à certains des facies gabbroïques à gros grain de la porphyrite gabbro-dioritique de Sicker.<sup>1</sup>

## RELATIONS STRUCTURALES

### *Internes*

La diorite gabbroïde est pénétrée et disloquée par la granodiorite de Saanich, et le contact est marqué par un assemblage complexe d'une gabbro-diorite à grain fin, ou amphibolite, et de granodiorite. Les deux roches sont recoupées par des filons d'aplite granodioritique et de quartz-feldspath. La granodiorite de Saanich, et la gabbro-diorite sont en relations litho-

<sup>1</sup> Mémoire n° 13, Commission géol. du Can., 1912.

logiques intimes, et il est probable que la gabbro-diorite est une différenciation marginale de la grano-diorite de Saanich. La relation entre la granodiorite, de Saanich, la gabbro-diorite et la porphyrite gabbroïde de Sicker n'a pas été relevée.

### *Externès*

Partout autre part sur l'île de Vancouver, la granodiorite de Saanich pénètre toutes les roches du groupe de Vancouver et dans l'étendue de la feuille de Nanaïmo, elle recoupe les roches volcaniques de Vancouver, qui affleurent dans le lit de la rivière Nanaïmo, près de la bordure ouest de la carte. La gabbro-porphyrite de Sicker recoupe clairement la série de Sicker qui affleure sur le ruisseau Haslam, car elle y forme des amas et de larges dykes dans les roches de cette série. En d'autres endroits de l'île Vancouver, des roches analogues forment des massifs plus ou moins grands, mais toujours en intrusions restreintes aux assises de la série de Sicker.

Toutes les roches batholithiques sont recouvertes en discordance par des sédiments de la série de Nanaïmo, quoique le contact de discordance ne soit nulle part bien clairement visible. Cependant, les conglomérats de la base ou grès arkoses de la série de Nanaïmo, contiennent des fragments dérivés de ces roches batholithiques.

### MODE DE FORMATION, ÂGE ET CORRÉLATION.

Les roches granitiques se sont solidifiées en profondeur. Il est cependant probable que la gabbro-porphyrite de Sicker relève d'un type d'injection plutôt que d'épanchement sous-jacent. La granodiorite de Saanich forme des batholithes, et, ainsi que nous l'avons dit plus haut, la gabbro-diorite semble être un facies marginal ou périphérique de ces batholithes de granodiorite.

Toutes les roches granitiques pénètrent ou recoupent les roches jurassiques inférieures et triassiques du groupe de Vancouver, et elles sont recouvertes en discordance par les sédiments du Crétacé inférieur de la série de Nanaïmo. Toutes sont donc à peu près du même âge, et furent injectées au cours de la période

d'intrusion générale batholithique de l'île de Vancouver et de la chaîne de la Côte de la Colombie Britannique, durant l'époque jurassique supérieure et peut-être crétacée inférieure. Ainsi que nous l'avons mentionné, la granodiorite de la carte de Nanaïmo est analogue à la granodiorite de Saanich que l'on a relevée en d'autres endroits de l'île de Vancouver, quoiqu'il y ait quelques différences lithologiques mineures. Cependant, ces distinctions ne sont pas suffisamment marquées pour préclure la corrélation des deux roches. La gabbro-diorite possède les mêmes relations structurales que la diorite de Beale, de l'île de Vancouver, et elle a des caractéristiques lithologiques analogues, quoique pas absolument identiques car la gabbro-diorite est généralement plus basique. Cependant, les deux types ne peuvent pas à présent être suffisamment rapprochés pour nous permettre de prononcer la gabbro-diorite comme relevant du type de la diorite de Beale. Ainsi que nous l'avons mentionné, la gabbro-porphyrite de la carte de Nanaïmo est, sans aucun doute, une phase des porphyrites gabbro-dioritiques de Sicker.

## SÉRIE DE NANAÏMO

### DESCRIPTION GÉNÉRALE ET STRATIGRAPHIE

Reposant en discordance sur les roches cristallines, on trouve les puissantes séries de roches sédimentaires d'âge crétacé qui renferment les couches de houille du district de Nanaïmo. Les assises inférieures de cette série sont fossilifères, et Dawson leur a assigné la désignation de série ou groupe de Nanaïmo. La série entière des lits sédimentaires concordants est, cependant, généralement désignée sous le nom de formation ou série de Nanaïmo. Comme les couches supérieures non-fossilifères (grès de Gabriola) ne se rapprochent en aucune façon des grès éocènes qui affleurent près de la ville de Vancouver, étant beaucoup plus endurcis, il est fort douteux qu'elles se rattachent à l'Eocène tel que Dawson<sup>1</sup> le suggère. Il semble donc à propos d'étendre la portée de la désignation Nanaïmo, de façon à comprendre la série tout entière de couches concordantes.

<sup>1</sup> Dawson, G. M., Bulletin Geol. Soc. Am. Vol. XII, 1901, page 79.

La série de Nanaïmo consiste en conglomérats, grès, schistes, qui sont presque invariablement gréseux, et houille. Dans la carte-feuille de Nanaïmo, la série a une puissance totale moyenne de 6,760 pieds avec un maximum de 9,000 pieds. En d'autres endroits de l'île de Vancouver, et sur les petites îles au large de la côte est, l'épaisseur totale de la série est de près de 10,000 pieds. En général, les couches de diverses natures se succèdent rapidement, et parfois les lits individuels s'amincissent et disparaissent assez brusquement, et sont remplacés par des couches de composition différente. Cependant, dans la carte-feuille de Nanaïmo, un grand nombre des couches sont continues, et on peut subdiviser la série, mais essentiellement sur des bases lithologiques et stratigraphiques, car toutes les subdivisions inférieures renferment une faune identique, tandis que les assises supérieures sont dépourvues de fossiles. Peut-être, strictement parlant, devrait-on appeler ces subdivisions, des "membres" de la série; mais il faut remarquer que ces subdivisions, tout en étant plus ou moins caractéristiques et définies, consistent en lits de natures différentes, qui forment des épaisseurs considérables, et que le terme "membre" ne s'y appliquerait qu'indifféremment, car il dénote plutôt un seul lit ou un assemblage de couches de même nature. Nous appliquons donc à ces subdivisions le terme "formation," et chacune reçoit un nom géographique distinctif. Dans le tableau qui suit, nous énumérons les formations, avec leur principale caractéristique lithologique, et leur puissance. Nous donnons ensuite quelques coupes typiques de la série de Nanaïmo, telles que nous les avons mesurées par affleurements ou relevées par les journaux de forages, qui montrent la rapide gradation verticale des sédiments, et la lithologie caractéristique de chacune des formations.

**TABLEAU DES FORMATIONS DE LA SÉRIE DE NANAÏMO**

Désignation	Caractéristiques Lithologiques	ÉPAISSEUR		
		Minimum	Maximum	Moyenne
Formation de Gabriola.	Grès, tant en lits minces qu'épais, gris jaune; grain fin à grain moyen; parfois concrétionnaires et grès argileux et schistes gréseux, particulièrement dans les parties supérieures.....	1,400	1,400	1,400

TABLEAU DES FORMATIONS DE LA SÉRIE DE NANAIMO—Suite.

Désignation	Caractéristiques Lithologiques	Epaisseur		
		Minimum	Maximum	Moyenne
Formation de North-umberland.....	Schistes gréseux grisâtres à la tête et à la base de la formation; avec entrelits et filons de grès; dans la partie médiane, grès tant en lits minces qu'épais, gris jaunâtre, à grain fin et à grain grossier, et concrétionnaires; conglomérats grossiers dans lesquels prédominent des cailloux bien roulés de roches granitiques porphyritiques et quartzoses...	1,100	1,200	1,150
Formation De Courcy.	Grès en lits épais, gris verdâtre, tant fins que grossiers, à éléments assez gros et même caillouteux, parfois à stratification oblique, et concrétionnaires, accompagnés de quelques lits minces de grès argileux et de schistes gréseux.....	800	1,400	900
Formation de Cedar District.....	Principalement des schistes gréseux gris, carbonés et ferrugineux, avec de nombreux entrelits et filons minces de grès gris-brun à grain fin, et des entrelits plus épais de grès gris-jaune, à éléments plus grossiers.....	700	1,000	750
Formation Protection.	Grès, tant en lits minces qu'épais, blanc-grisâtre, grain fin à moyen parfois grossier et caillouteux, avec minces entrelits de grès argileux et de schistes gréseux...	600	750	650
Formation Newcastle.. (Veine de houille Douglas).	Parfois composée principalement d'un grès verdâtre, et d'autres fois constituée de schistes gréseux vert foncé et de grès argileux, avec amas lenticulaires de grès à gros éléments. Renferme la veine de houille Douglas...	125	400 ?	175
Formation Cranberry (Veine de houille Newcastle).	Grès, en lits minces, schisteux, vert-foncé, à grain fin et moyen, parfois caillouteux, avec de nombreux entrelits de schistes gréseux vert-foncé, et conglomérats gréseux dans les parties inférieure et médiane.....	200	600	400
Formation "Extension".....	Conglomérats quartzeux et grès à gros grain, avec entrelits de schistes gréseux dans les parties inférieures, et minces couches de houille.....	500	1,000	600
Formation East Wellington. Veine de houille Wellington.....	Grès à dalle, gris-olive, grain fin à moyen, avec quelques entrelits minces de schistes gréseux et parfois de conglomérats.....	25	50	35

TABLEAU DES FORMATIONS DE LA SÉRIE DE NANAÏMO—*Suite.*

Désignation	Caractéristiques Lithologiques	Épaisseur		
		Minimum	Maximum	Moyenne
Formation Haslam....	Schistes en lits minces, gris pâle à gris foncé, gréseux et fréquemment carburés, parfois concrétionnaires, et grès argileux à grain fin. Vers la base, prédominance de grès et d'arkose, et à la baie Departure, des "calcarénites" gréseuses.....	150	800	600
Formation Benson.....	Conglomérat de la base.....	0	400	100
	Total.....	5,600	9,000	6,760

*Coupe de la série de Nanaïmo, d'après les affleurements le long des rives des îles Gabriola et Mudge, et sur l'île de Vancouver près du détroit de Dodd, comprenant les formations Gabriola, Northumberland, de Courcy, et une partie de la formation Cedar district.*

Formation Gabriola, Puissance totale 1,379 pieds.	Épaisseur en pieds.
Grès, en lits épaisseur mince à moyenne, schisteux, gris-jaunâtre, à grain moyen . . .	115
Schistes gréseux, gris-bleuâtre . . . . .	2
Grès argileux et schistes gréseux en lits minces . . . . .	17½
Grès en lits épais . . . . .	7
Schistes gréseux gris-bleuâtre . . . . .	22½
Grès, en lits moyens, gris-jaunâtre . . . . .	22
Grès, gris-bleu . . . . .	2
Recouvert, probablement grès argileux . . . . .	103
Grès, en lits moyens, parfois concrétionnaires et à structure tabulaire . . . . .	205
Grès, en lits épais . . . . .	26
Grès argileux . . . . .	½
Grès, en lits épais, structure tabulaire . . . . .	22½
Grès, en lits épais, avec entrelits de grès argileux . . . . .	40
Grès à grain moyen, gris-jaunâtre . . . . .	18
Grès grossier, gris-jaunâtre . . . . .	4½
Schistes calcaires . . . . .	1
Grès, gris-jaunâtre, à grain moyen, parfois concrétionnaire . . . . .	59
Grès schisteux, en lits minces (en partie cachés) . . . . .	39
Grès, en lits épais . . . . .	17½
Grès, avec entrelits de grès schisteux . . . . .	41½
Caché . . . . .	12½
Grès . . . . .	16
Caché . . . . .	4½
Grès, en lits épais . . . . .	41
Caché . . . . .	14
Grès, en lits épais . . . . .	52½
Grès, en lits épais, structure tabulaire . . . . .	31½
Caché . . . . .	34
Grès, en lits plus ou moins épais, avec amas lenticulaires de schistes . . . . .	85
Grès, en lits épais, à grain moyen, gris jaune, avec des amas lenticulaires de grès schisteux . . . . .	90½
Grès schisteux . . . . .	1
Grès, en lits épais . . . . .	7½
Caché . . . . .	9
Grès, gris jaune, lits épais . . . . .	22½
Caché . . . . .	33
Grès concrétionnaires, en lits épais . . . . .	40½
Grès schisteux . . . . .	5



Formation Gabriola, Puissance totale 1,379 pieds.—*Suite.*

	Épaisseur en pieds.
Grès.....	2
Schistes gréseux.....	2 $\frac{1}{2}$
Grès.....	2
Schistes gréseux.....	4
Grès.....	4
Schistes gréseux.....	4 $\frac{1}{2}$
Grès, en lits épais.....	7
Grès schisteux, avec entrelits de grès, jusqu'à 18 pouces.....	17 $\frac{1}{2}$
Grès concrétionnaire, lits épais, gris pâle, grain moyen.....	76

## Formation de Northumberland, Puissance totale 1,134 pieds.

Schistes gréseux, gris bleu foncé, à désintégration concentrique.....	63
Grès, gris jaune, à grain moyen.....	10
Schiste gris bleu.....	30 $\frac{1}{2}$
Schiste gris avec minces lits de grès.....	101 $\frac{1}{2}$
Caché (probablement schistes).....	35
Grès.....	20
Caché.....	17
Grès en lits épais.....	39
Caché.....	10
Conglomérat épais, cailloux de roches granitiques, porphyritiques et quartzueuses.....	10
Caché.....	8
Grès en lits épais.....	280
Schistes gréseux gris, et grès en lits minces, (puissance calculée).....	510

## Formation De Courcy, Epaisseur totale 933 pieds.

Grès en lits minces et épais, grès schisteux, et schistes gréseux.....	200
Grès en lits épais, gris verdâtre, tournant au jaune, à gros grain, structure tabulaire, et parfois concrétionnaire.....	190
Grès schisteux, à gros grain, en lits minces.....	8
Grès en lits épais.....	31
Grès en lits épais, à grain moyen.....	44
Grès schisteux.....	6
Grès concrétionnaire, lits épais, à grain grossier, amas lenticulaires schisteux.....	145
Grès, gros grain, lits minces, entrelits schisteux jusqu'à 10 pouces d'épaisseur.....	7 $\frac{1}{2}$
Grès, en lits épais, avec entrelits de grès schisteux de 1 pouce et moins.....	154
Schiste gréseux, gris bleu.....	5
Grès.....	2
Grès schisteux, avec de minces entrelits de grès grossier.....	24 $\frac{1}{2}$
Grès à gros grain.....	4
Grès schisteux, gris bleu, avec lits minces de grès grossier.....	6 $\frac{1}{2}$
Schiste gréseux, gris bleu.....	7 $\frac{1}{2}$
Grès en lits épais.....	8 $\frac{1}{2}$
Grès en lits épais, avec entrelits de grès schisteux.....	27
Grès schisteux, avec entrelits d'un grès grossier.....	38 $\frac{1}{2}$
Grès grossier, en lits épais.....	24

## Formation Cedar District.

Schistes gréseux, gris bleu, avec entrelits minces de grès.....	16
Grès.....	5
Schistes gréseux, gris bleu, avec entrelits minces de grès.....	17

*Coupe de la série de Nanaïmo, affleurements le long de la rive est des îles Protection et Newcastle, comprenant les formations Protection, Newcastle et la partie supérieure de la formation Cranberry.*

## Formation Protection. Puissance 605 pieds.

	Epaisseur en pieds
Grès, lits minces, grain moyen, gris jaune.....	44
Grès concrétionnaire, gris pâle.....	6
Grès schisteux.....	7
Caché.....	9 $\frac{1}{2}$
Grès, blanc grisâtre, lits minces.....	15
Grès, blanc grisâtre, lits épais.....	13 $\frac{1}{2}$
Grès schisteux, carburés.....	3 $\frac{1}{2}$
Grès, en lits épais.....	4 $\frac{1}{2}$
Grès schisteux.....	4 $\frac{1}{2}$
Grès en lits épais.....	3
Grès schisteux.....	1 $\frac{1}{2}$
Grès.....	1 $\frac{1}{2}$

Formation Protection. Puissance 605 pieds.—*Suite.*

	Épaisseur en pieds
Caché.....	5
Grès, lits épais, structure tabulaire.....	15
Grès schisteux.....	8½
Grès gris, concrétionnaire.....	2
Grès schisteux, blanc-grisâtre.....	9
Grès, en lits épais, structure tabulaire.....	7½
Grès carburés, amas lenticulaires de charbon.....	1
Grès schisteux.....	1
Grès en lits minces.....	3½
Grès, en lits épais, structure tabulaire.....	9
Grès schisteux.....	8
Caché, probablement grès schisteux.....	4½
Grès schisteux.....	10
Grès, en couches minces et moyennes.....	107
Grès, en couches minces, avec rubans de schistes charbonneux gris foncé.....	19
Grès, stratification entrecroisée, lits épais, blanc grisâtre.....	17
Grès schisteux, lits minces, blanc grisâtre, parfois charbonneux.....	17
Schistes carburés et charbonneux.....	½
Grès schisteux.....	5
Grès en lits minces, schisteux.....	8½
Caché.....	7½
Grès, blanc grisâtre en lits épais.....	32
Caché.....	7
Grès en lits épais.....	19
Grès schisteux.....	1
Caché.....	36
Grès, gris blanc, en couches épaisses.....	110
Grès, en couches minces, schisteux.....	3
Grès, gris blanc, lits épais.....	27

## Formation Newcastle, épaisseur totale 176 pieds.

Schistes gréseux, grès, minces entrelits de grès.....	27
Caché.....	25
Grès, gris-jaunâtre, à grain moyen.....	21
Caché (Couche de houille Douglas).....	68
Schistes gréseux, entrelits de grès, jusqu'à deux pieds d'épaisseur.....	32
Couche Newcastle.....	3

## Formation Cranberry.

Caché.....	48
Grès, gris schisteux.....	4

*Coupe de la série Nanaïmo aux environs de la rivière Millstone, comprenant la plus grande partie de la formation Newcastle, la formation Cranberry et la partie supérieure de la formation Extension.*

## Formation Newcastle. Épaisseur relevée 175 pieds.

	Épaisseur en pieds
Conglomérat gris, tournant au jaune, gréseux, à cailloux roulés quartzeux dans un fond de sable.....	15½
Grès, grain fin, gris olive, décomposition concentrique, en lits minces et plutôt schisteux, avec entrelits plus massifs, atteignant des épaisseurs de deux pieds.....	47½
Caché, probablement schistes gréseux et veine de houille Douglas.....	20
Conglomérat gréseux, à cailloux quartzeux roulés, arrondis ou émoussés.....	62½
Caché, probablement schistes gréseux et couche de houille Newcastle.....	29½

## Formation Cranberry. Puissance totale 234 pieds.

Grès, décomposition concentrique, lits minces, schisteux, gris-vert foncé.....	49
Caché.....	11
Grès, en lits minces, schisteux, gris olive, à grain moyen.....	5½
Conglomérat fin, à fond gréseux, cailloux sub-anguleux à arrondis, diamètre moyen ½ pouce, de roches méta-volcaniques.....	5
Caché.....	49
Grès, décomposition concentrique, grain moyen, lits minces, gris olive.....	5½
Caché.....	5
Grès, argileux, lits minces.....	5
Conglomérat gréseux, à cailloux quartzeux, jusqu'à 3 pouces de diamètre, moyenne ½ pouces.....	11
Grès, gris, à grain moyen.....	19
Caché.....	8
	9

**Formation Cranberry. Puissance totale 234 pieds.—Suite.**

	Épaisseur en pieds
Conglomérat gréseux, cailloux quartzeux.....	22
Grès, grain moyen, gris jaune, lits tant moyens qu'épais.....	25½
Caché.....	24
Grès, grain moyen à grossier, passant à un conglomérat fin à la base.....	22½

**Formation Extension. Puissance totale 557 pieds.**

Conglomérat gréseux, grain fin, passant à un grain plus gros par le bas.....	26
Conglomérat, grain grossier à moyen, cailloux quartzeux, dans un fond gréseux, passant à un grès vers la base.....	51
Caché.....	18
Conglomérat, grossier à moyen, cailloux quartzeux dans un fond gréseux.....	3
Caché, probablement conglomérat comme le précédent.....	27
Conglomérat, grossier à moyen, cailloux quartzeux et fond gréseux.....	132
Caché en grande partie jusqu'à la base, mais comprend grès, schistes et conglomérats.....	300

*Journal d'un forage, traversant la partie inférieure de la formation Extension, la veine de houille Wellington et la formation East Wellington jusqu'à la formation Haslam, district Mountain.*

**(Formation Extension).**

	Épaisseur pieds	Profondeur pieds
Argile et gravier grossier.....	23	23
Grès gris.....	112	135
Schistes foncés.....	2	137
Schistes gréseux, carburés par places.....	61	198
Schistes bruns.....	2	200
Schistes, "argile réfractaire".....	1	201
Houille.....	½	201½
Schistes "argile réfractaire".....	12½	214
Schistes gréseux, carburés par places.....	22	236
Grès à grain fin.....	24	260
Schistes gréseux.....	8	268
Grès à grain fin.....	36½	304½
Charbon impur et schistes.....	3½	308
Schistes brun pâle, carburés.....	41	349
Charbon (couche Little Wellington).....	3	352
Schistes carburés, brun pâle.....	36	388
Schistes, "argile réfractaire".....	10	398
Schistes foncés.....	13	411
Grès à grain fin.....	6	417
Schistes gréseux.....	2	419
Schistes foncés.....	9½	428½
Houille (couche Wellington).....	5½	434

**Formation East Wellington.**

Schistes "argile réfractaire".....	3	437
Schistes gréseux.....	1	438
Grès foncés.....	3	441
Grès à grain fin.....	33	474

**Formation Haslam.**

Schistes (contenant des coquilles marines).....	47	521
-------------------------------------------------	----	-----

*Journal sommaire d'un forage, traversant la partie inférieure de la formation de Cedar District, la formation Protection et la partie supérieure de la formation Newcastle, jusqu'à la couche Douglas, district Cedar. (Le pendage est parfois assez raide, ce qui exagère l'épaisseur relative de quelques lits.)*

	Épaisseur pieds	Profondeur pieds
Dépôts de surface, argile et sable.....	36	36
Formation Cedar District.....		378 414
Schistes gréseux, couleur bleu ardoise, à grain fin.....	176 pds.	.....
Grès, en lits minces, grès schisteux, et schistes gréseux.....	179	.....
Charbon.....	2½	.....
Grès schisteux.....	20½	.....

		Épaisseur pieds	Profondeur pieds
Formation Protection.....		754	1,168
Grès, grain fin à grossier.....	76	"	.....
Grès, schisteux, foncés, schistes carburés gréseux et grès....	35	"	.....
Grès, gris, grain fin, parfois schisteux.....	39	"	.....
Schistes gréseux, parfois carburés.....	6	"	.....
Grès, et grès schisteux.....	89	"	.....
Grès gris, à gros grain.....	34	"	.....
Grès schisteux.....	10	"	.....
Grès gris à gros grain.....	21	"	.....
Grès schisteux, schistes gréseux carburés et grès.....	74	"	.....
Grès gris, avec couches de grès caillouteux.....	124	"	.....
Schistes carburés gréseux et grès.....	60	"	.....
Grès gris.....	30	"	.....
Grès schisteux et grès.....	42	"	.....
Grès.....	36	"	.....
Grès schisteux et schistes gréseux.....	56	"	.....
Grès gris foncé.....	22	"	.....
Formation Newcastle.			
Schiste bleu foncé, phylladien, avec matières carburées....	37	"	.....
Couche de Charbon "Douglas".			

*Journal sommaire d'un forage, traversant les formations Cranberry, Extension, et East Wellington, et la couche de charbon Wellington, jusqu'à la formation Haslam, district Cranberry.*

		Épaisseur pieds	Profondeur pieds
Dépôts superficiels.....		20	20
Gravier, sable et argile.....	20 pds.		
Formation Cranberry.....		489	509
Schistes gréseux, et grès schisteux, grès et conglomérat....	154	pds.	.....
Conglomérat.....	7	"	.....
Schistes gréseux et grès.....	30	"	.....
Conglomérat.....	19	"	.....
Schistes gréseux et grès schistrix, grès et conglomérat....	137	"	.....
Conglomérat.....	27	"	.....
Schistes gréseux, et grès schisteux, grès et conglomérat....	105	"	.....
Formation d'Extension.....		488	997
Conglomérat, en grande partie à grain grossier.....	51	"	.....
Grès schisteux et schistes gréseux.....	8	"	.....
Conglomérat grossier.....	88	"	.....
Schistes gréseux et grès.....	23	"	.....
Conglomérat, surtout à gros grain, amas lenticulaire de charbon de 2½ pouces, et 2 pieds de grès.....	100	"	.....
Schistes.....	2	"	.....
Charbon (couche assez continue ?).....	2½	"	.....
Schiste gréseux.....	16½	"	.....
Conglomérat grossier.....	45	"	.....
Schiste gréseux et grès.....	10	"	.....
Conglomérat grossier.....	14	"	.....
Schistes gréseux et grès.....	10	"	.....
Conglomérat grossier.....	118	"	.....
Couche de Charbon "Wellington".....		3	1,000
Formation East Wellington.....		49	1,049
Grès, et conglomérat fin, ou grès grossier, et schistes.			
Formation Haslam.			
Schistes gréseux.			

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES FORMATIONS

### *Conglomérats de Benson*

*Distribution et épaisseurs.*—Le conglomérat de Benson constitue la base de la série de Nanaïmo. Ses affleurements semblent indiquer un développement local, le long des flancs

nord et sud de la crête de roches cristallines au nord de la baie Departure, autour du flanc nord du Mont Benson, autour de l'amas de roches cristallines dans la vallée de la rivière Nanaïmo, près de la bordure ouest de la carte, et dans le canyon du ruisseau Haslam, dans la partie sud-ouest extrême de la feuille. Il affleure au jour dans tous ces endroits, mais il atteint sa plus grande puissance dans le canyon du ruisseau Haslam. Son épaisseur varie de zéro à 400 pieds, et la moyenne est de 100 pieds environ.

*Caractéristiques lithologiques.*—Lorsqu'elle recouvre les roches méta-volcaniques des roches de Vancouver, la formation Benson varie d'un grain fin à un conglomérat de base typique, à gros éléments; c'est ce dernier type qui prédomine. Il est composé de fragments sub-anguleux et de cailloux roulés de méta-andésite verdâtre, caractéristique des roches volcaniques Vancouver, fortement cimentés dans un fond vert en grande partie composé des détritiques des roches volcaniques. La roche qui affleure dans le canyon Haslam est un conglomérat à grain assez fin, composé de fragments émoussés ou roulés, non-seulement des roches méta-volcaniques, mais aussi des roches phylladiennes et gréseuses de la série de Sicker et de la gabbro-porphyrite de Sicker. On observe ici, aussi, que le conglomérat est interstratifié avec des lits de grès-arkose, qui passent par le haut à une alternance de couches d'arkose et de grès schisteux caractéristiques de la base de la formation Haslam sus-jacente.

### *Formation Haslam (Schistes marins.)*

*Distribution et épaisseur.*—Recouvrant le conglomérat Benson, et parfois reposant directement sur les roches cristallines sous-jacentes, on trouve la formation Haslam, que l'on appelle localement "schistes marins" à cause des restes fossiles marins que l'on trouve au sein des schistes gréseux qui composent la plus grande partie de la formation. La formation Haslam s'étend le long de la bordure ouest de la carte, en une bande irrégulière variant en largeur de un quart de mille à 3 milles, et on la retrouve aussi sous trois flexures anticlinales étroites dans la partie sud centrale de la feuille. Quoique les roches des

assises Haslam occupent dans l'étendue de la carte quelques parties à niveau élevé, elles sont généralement recouvertes d'un manteau de drift, et les affleurements visibles sont, dans une grande mesure limités aux cours d'eau qui ont affouillé ces dépôts superficiels jusqu'au roches Haslam sous-jacentes. Les rivières importantes, particulièrement le ruisseau Haslam, ont attaqué ces roches, et formé des canyons étroits, ou gorges, profonds de 100 à 300 pieds, dont les parois sont parfois verticales.

Sur la plus grande partie de l'étendue de la carte, l'épaisseur des assises Haslam semble être assez uniforme, de 500 à 800 pieds, avec une moyenne de 600 pieds. Cependant, dans la partie nord de l'étendue, près de la baie Departure, l'épaisseur des roches qui correspondent aux schistes Haslam, et que nous faisons relever de cette formation, est inférieure à 150 pieds. Il est probable que les schistes Haslam apparaîtraient au jour à l'ouest de la baie Departure si le manteau de drift était enlevé, car ils affleurent plus à l'ouest à Wellington; mais ces couches ne dépasseraient pas une épaisseur de 150 à 250 pieds.

*Caractéristiques lithologiques.*—La formation Haslam est en grande partie composée de schistes gréseux, fréquemment charbonneux à grain fin, gris foncé à gris pâle, en couches minces qui passent à des grès à grain fin, schisteux ou argileux, mais franchement siliceux. Les schistes exposés ont une décomposition concentrique qui leur donne une apparence de structure concrétionnaire. Principalement dans les lits inférieurs, ils renferment des concrétions compactes, dures, presque pétrosiliceuses, de 3 à 5 pieds de diamètre, épaisses d'un pied, dans un ciment calcaire. En certains endroits, plus particulièrement dans les parties inférieure et médiane de la formation, telle qu'elle est exposée dans le canyon du ruisseau Haslam, de minces couches de grès à grain fin, gris pâle et siliceux sont interstratifiées avec les schistes gréseux typiques. Ces grès ont, en moyenne, moins d'un pied d'épaisseur, et on les trouve en grand nombre, à intervalles de un à dix pieds. Les schistes gréseux sont généralement fissurés et contiennent plus ou moins de pyrite, qui, en se décomposant en limonite, donne aux schistes

une teinte brun jaunâtre, particulièrement le long des fractures et des plans de stratification.

Vers la base de la formation, les entrelits de grès, sans être plus nombreux, sont généralement plus épais et de grain plus grossier. Ils passent à une arkose ou grès-arkose dont les lits sont interstratifiés avec les schistes. Les arkoses accusent, soit une transition brusque au conglomérat Benson, ou reposent directement sur les roches cristallines sous-jacentes. Les caractéristiques des arkoses varient, certaines couches étant composées des détritiques des roches volcaniques et sédimentaires du groupe Vancouver, et d'autres des détritiques de la granodiorite de Saanich. Cette dernière arkose ressemble plus ou moins à la granodiorite elle-même. C'est une roche d'un vert-grisâtre, à grain moyen, composée de grains anguleux de quartz et de feldspath, avec des paillettes de biotite, dans un fond verdâtre. En plaques minces, on observe qu'elle contient des minéraux primaires et secondaires de la granodiorite, et même des minéraux accessoires, titanite et magnétite. La première des arkoses est vert-foncé, à grain fin, et en plus du quartz et du feldspath, elle renferme des fragments des roches foncées, phylladiennes et pétrosiliceuses de la série de Sicker, ainsi qu'une forte proportion de chlorite, de serpentine et de calcite. Certaines de ces roches sont carburées, et contiennent même des fragments brillants de charbon. En quelques rares endroits, près de la base de la formation Haslam, il y a des minces lits de conglomérats.

La limite supérieure de la formation Haslam est généralement le grès East Wellington, et à proximité de cette roche la formation Haslam consiste parfois en grès argileux, foncé, se débitant en tables ou dalles. Dans la partie sud de la carte, les assises Haslam semblent être directement recouvertes par les conglomérats d'Extension, et sur le ruisseau Bush, près de ces conglomérats, on observe un lit, au moins, d'un conglomérat à grain fin, ayant un fond gréseux, carburé, de couleur foncée, intercalé dans les schistes gréseux typiques d'Haslam.

*Calcarénite*.—Près des rives, à la base de la crête de roches méta-volcaniques Vancouver, au nord de la baie Departure, les conglomérats de base et les roches méta-volcaniques elles-mêmes, sont surmontés par un grès vert-olive, en lits minces,

à gros grain, même parfois caillouteux, qui contient de nombreux fragments de coquillages. A l'ouest de la station biologique, sur la rive nord de la baie Departure, les fragments de coquillages ou sable-coquiller, constituent 65 pour cent de la roche, le reste consistant en détritiques des roches méta-volcaniques de Vancouver, le tout compactement cimenté par de la calcite. Il y a aussi quelques lits lenticulaires, atteignant quatre pouces, d'un calcaire assez pur composé au sable-coquiller. Une analyse partielle du type dominant de la roche donna les résultats suivants:<sup>1</sup>

Matières minérales insolubles.....	15.42
Oxyde ferrique et alumine.....	5.40
Chaux.....	42.51
Équivalent à 75.73 Carb. de chaux,	
Magnésie.....	0.94
Équivalent à 1.96 Carb. mag.	

Une telle roche, composée de sable-coquiller, est une calcarénite, quoique dans ce cas ce soit une calcarénite impure ou sableuse. Afin de différencier cette roche des autres couches des assises Haslam, nous l'avons indiquée sur la carte par une couleur distinctive, et l'avons appelée calcarénite Haslam.

### *Grès East Wellington*

*Distribution et épaisseur.*—La partie supérieure de la formation Haslam presque invariablement passe par le haut à un grès en lits minces ou tabulaires, le grès East Wellington, qui forme généralement le mur de la veine de charbon Wellington. Il n'affleure distinctement qu'en quelques endroits, près de la mine East Wellington, de la Vancouver-Nanaimo Coal Company, et à l'ancienne descenderie inclinée "Jingle Pot" à East Wellington, et au sud-ouest d'Extension. Nous ne l'avons indiqué sur la carte que là où nous l'avons positivement relevé, mais il est probable que sa distribution est beaucoup plus large. Par exemple, il affleure sur le flanc sud-ouest (anticlinal) de la vallée Extension, où il forme le mur du filon de charbon Wellington, mais nous ne pûmes l'observer du côté nord-est de la

<sup>1</sup> H. A. Leverin, analyste, Division des Mines, Département des Mines.



vallée quoiqu'il ne fasse guère de doute qu'il s'y trouve. Son épaisseur varie entre 25 et 50 pieds, avec une moyenne de 35 pieds.

*Caractéristiques lithologiques.*—Le grès est gris-olive, passant au gris brun ou brun jaune sur les surfaces exposées, à grain assez uniforme, fin à moyen, en lits minces et se débitant en dalles. Il est composé principalement de grains anguleux de quartz, accompagnés de feldspath, de micas foncés et pâles, dans un fond brun verdâtre de calcite, chlorite et serpentine avec un ciment calcaire abondant. En quelques endroits, le grès contient de minces entrelits de schistes gréseux, identiques aux schistes Haslam sous-jacents. Plus rarement, le grès est à gros grain et contient des entrelits d'un conglomérat d'un grain fin à moyen.

### *Couche de Charbon Wellington*

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le grès East Wellington constitue le mur de la veine de charbon Wellington. Cette veine est recouverte par la formation Extension; parfois le toit est un schistes gréseux, et d'autres fois un conglomérat. La veine est bien développée dans la partie nord de la carte, près de East Wellington, et dans la partie centrale, entre les plaines Harewood et la rivière Nanaïmo. Entre ces deux endroits, et au sud de la rivière Nanaïmo, son développement est problématique.

### *Formation Extension*

*Distribution et épaisseur.*—La formation Extension, qui consiste principalement en conglomérats, occupe une large bande orientée N. 30°W., qui traverse la partie ouest de notre carte au nord-est de la formation Haslam. La largeur moyenne de cette bande est d'un peu plus d'un mille, excepté dans la partie centrale, où, à cause d'étendues anticlinales étroites des schistes Haslam, et de répétitions des couches de la formation Extension par des plissements et des failles, elle atteint de deux à trois milles. Les roches de la formation Extension, et plus particulièrement les conglomérats, sont bien exposées au jour excepté où elles sont recouvertes par les dépôts interglaciaires

de Puyallup, au nord et à l'ouest de Nanaïmo, et par les sables et les graviers de Colwood, entre la rivière Nanaïmo et le ruisseau Haslam. Elles forment des crêtes en *cuestas* avec des escarpements abrupts perpendiculaires à la stratification, et des pentes relativement douces, parallèles aux lits. (Voir planche III). Ces pentes qui suivent la stratification sont parfois couvertes d'un manteau de drift variant en épaisseur entre quelque pouces et plusieurs pieds, mais généralement les roches sont à découvert (voir planche III A). La puissance de la formation Extension varie entre 500 et 1,000 pieds, atteignant un maximum dans la partie sud de la carte. L'épaisseur moyenne est de 600 pieds environ.

*Caractéristiques lithologiques.*—Le conglomérat Extension, qui constitue la majorité de cette formation, est d'un caractère assez uniforme, et consiste en fragments, subanguleux à légèrement arrondis, d'un diamètre moyen de trois-quarts de pouce, empâtés dans un fond sableux à gros grain, les fragments et la pâte se trouvent en proportions à peu près égales. Les cailloux sont presque exclusivement de quartz, dérivés des veines de quartz et des roches phylladiennes à grain fin pétrosiliceuses et siliceuses de la série de Sicker. Les fragments sont de couleurs variées, gris, verts, bruns et rouges. Les fragments de méta-andésites de Vancouver sont rares. La pâte qui est gris-verdâtre, et tourne au brun lorsqu'elle est exposée, consiste en un sable de quartz et feldspath dans un fond verdâtre composé de chlorite et de biotite, le tout fortement cimenté par du quartz et de la calcite secondaires. En quelques endroits, la pâte sableuse, ainsi que le grès associé, sont concrétionnaires. Vers la base de la formation, le conglomérat est à grain plus fin, les fragments sont arrondis, et la pâte est plus abondante, et il passe graduellement à un grès grossier ou même caillouteux. Il existe de nombreux entrelits de grès grossiers, plus particulièrement dans la partie inférieure de la formation, et il y a aussi plusieurs horizons de grès et de schistes gréseux associés, ou grès argileux, dont le plus épais mesure environ 80 pieds. Associés à ces dernières roches, on observe quelques lits minces et amas lenticulaires de charbon. Quoiqu'ils soient assez étendus par places, ni les couches de charbon, ni les lits de schistes associés ne sont

suffisamment continus pour permettre de les indiquer indépendamment sur la carte. La base de la formation, qui est le toit de la couche de charbon Wellington, est généralement un schiste gréseux, mais en divers endroits, le conglomérat repose directement sur le charbon. Dans la partie centrale et dans la partie sud de la bande occupée par la formation Extension, les grès et les schistes sont restreints à des entrelits relativement minces, dans le conglomérat massif typique, quoique dans les parties extrêmes sud, à l'ouest de Ladysmith, la formation qui n'affleure là que par intervalles, semble consister en grès siliceux, gris blanc, à grain moyen. Dans la partie nord de la bande, aux environs de East Wellington, la moitié inférieure de la formation consiste surtout en grès et en schistes, et la partie supérieure est presque exclusivement formée d'un conglomérat massif.

### *Formation Cranberry*

*Distribution et Epaisseur.*—La formation Cranberry, qui surmonte la formation Extension, affleure le long d'une bande qui s'étend du nord de l'île Newcastle à Ladysmith. La largeur de cette bande est, en moyenne, de près d'un demi-mille, mais, dans la partie centrale, à l'ouest de South Wellington, elle s'élargit à plus d'un mille, à cause de répétitions de couches provoquées par des plis et des failles. Les affleurements de la formation Cranberry sont relativement petits et rares. Cette formation est le mieux exposée au jour à l'ouest de South Wellington et dans le canyon de la rivière Nanaïmo, dans le district de Cranberry. La puissance des assises varie, et apparemment la formation a une épaisseur de 200 à 600 pieds. Dans la partie nord, la moyenne est de 250 pieds, tandis que dans la partie centrale, et aussi peut-être dans le sud, elle a une moyenne de 500 pieds.

*Caractéristiques lithologiques.*—Les roches prédominantes de la formation Cranberry sont des grès schisteux, d'un grain fin à moyen, se décomposant concentriquement, et par places grossiers ou caillouteux. Elles sont composées de petits fragments subanguleux de roches phylladiennes pétrosiliceuses, et volcaniques du groupe Vancouver, et de grains fins de quartz et de feldspath dans une pâte verdâtre de débris de roches

volcaniques, qui consiste en chlorite, épidote, biotite, séricite et magnétite. Le ciment est de la limonite et du quartz secondaire. On observe, interstratifiés avec les grès schisteux et tabulaires, de nombreux lits de schistes gréseux dont la composition est analogue à celle des grès. Les schistes et les grès sont carburés par places, et renferment des restes et des impressions obscures de plantes. Dans les parties médiane et inférieure de la formation, on trouve des grès et des conglomérats sableux à grain fin. Quelques-uns des conglomérats ressemblent au conglomérat Extension, mais généralement la pâte est plus abondante, et les cailloux de méta-andésites Vancouver plus nombreux. Individuellement, les lits de conglomérats sont plus minces que dans le cas de la formation Extension, 25 pieds étant une épaisseur maximum, et il y a un plus grand nombre d'entrelits de grès. La partie inférieure de la formation passe, plus ou moins complètement, aux conglomérats Extension. Généralement la zone de transition est mince et assez bien définie, mais, parfois, comme près de la rivière Nanaïmo, elle est plus obscure. Nous avons rapporté sur la carte le premier lit de conglomérat massif d'une épaisseur de 25 pieds, comme étant le sommet de la formation Extension.

A l'extrémité nord de l'île Newcastle, nous avons relevé un conglomérat caillouteux, contenant de nombreux entrelits et amas lenticulaires de grès. Le conglomérat consiste en petits fragments ronds de pétrosilex, et de méta-andésites, et les fragments prédominent sur la pâte. Le grès est à grain fin et assez quartzueux. Le conglomérat et le grès sont à stratification oblique très apparente. Les roches sont recouvertes par des grès argileux en couches minces, caractéristiques de la formation Cranberry, et il est possible que ces grès y soient aussi sous-jacents. L'origine et la corrélation de ces paquets de conglomérats et de grès, qui, peut-être, sont lenticulaires, ne sont pas claires, mais nous les avons rapportés comme relevant de la formation Cranberry.

#### *Veine de charbon Newcastle (Douglas inférieur)*

La limite supérieure de la formation Cranberry est la veine de charbon Newcastle, ou, comme on la désigne parfois, la veine

Douglas inférieure. Cette couche est surmontée par les roches de la formation Newcastle. Elle est bien définie dans les parties nord et centrale de notre carte, et on peut établir son allure et sa position avec assez de précision. Dans la partie sud, elle est plus obscure et peut être même absente; au sud de la rivière Chase, sa valeur industrielle et sa qualité sont douteuses.

*Formation Newcastle et veine de charbon Douglas*

*Distribution et épaisseur.*—La formation Newcastle, qui renferme la couche de charbon Douglas, surmonte immédiatement la veine de Newcastle. Les assises affleurent le long d'une bande, d'une largeur moyenne inférieure à un demi-mille, qui débute à l'île Newcastle nord, traverse la ville de Nanaïmo et celle de South Wellington, et s'étend jusqu'à Ladysmith. Sauf où elles sont recouvertes par les sables et graviers Colwood, les affleurements des couches de cette formation sont assez nombreux, et sa partie supérieure, en contact avec le grès Protection, est généralement bien définie. La puissance totale de la formation varie entre 125 et 400 pieds, avec une épaisseur moyenne de 175 pieds environ. Aux alentours de Nanaïmo, où les assises sont surtout composées de grès grossiers, elle mesure 250 pieds, mais sur l'île Newcastle, et près de South Wellington, où la formation consiste surtout en grès schisteux et en schistes gréseux, elle atteint son épaisseur minima de 125 pieds. Sa plus grande puissance, qui n'a pas été bien déterminée, se trouve dans la partie sud extrême de la carte-feuille.

La veine de houille de Douglas se trouve dans la formation Newcastle, de 25 à 100 pieds au-dessus de la veine Newcastle, et entre 50 et 250 pieds au-dessous du sommet de la formation. La couche de charbon est bien développée entre l'île nord Newcastle, et la rivière Nanaïmo au sud; l'affleurement de la couche traverse la rivière près du pont de chemin de fer de la ligne Esquimalt and Nanaïmo, à Cassidy. On trouve des indices de la présence de la couche vers le sud jusqu'au ruisseau Bush, à un mille au nord de Ladysmith. La veine est bien marquée et on en trouve des affleurements aux endroits suivants: sur les rives est et ouest de l'île Newcastle, à la mine Brechin, à Nanaïmo;

au nord de la rivière Chase, dans les environs de South Wellington, et près de la rivière Nanaïmo. Plus au sud, on ne trouve pas de bons affleurements, mais puisque la couche est si bien développée près de la rivière Nanaïmo, et puisque des affleurements de schistes charbonneux avec amas lenticulaires de charbon apparaissent à peu près à l'horizon de la couche sur le ruisseau Bush, où ce cours d'eau est traversé par la voie d'Extension du chemin de fer de la Canadian Collieries Company, nous avons présumé le prolongement de la couche vers le sud. Le toit et le mur varient d'un grès grossier à un schiste gréseux, ce qui correspond assez bien aux variations analogues que l'on observe dans les caractéristiques lithologiques de la formation Newcastle. Dans les environs de Nanaïmo, les couches encaissantes sont plutôt du grès, tandis qu'à South Wellington, à la mine Brechin, ce sont des schistes.

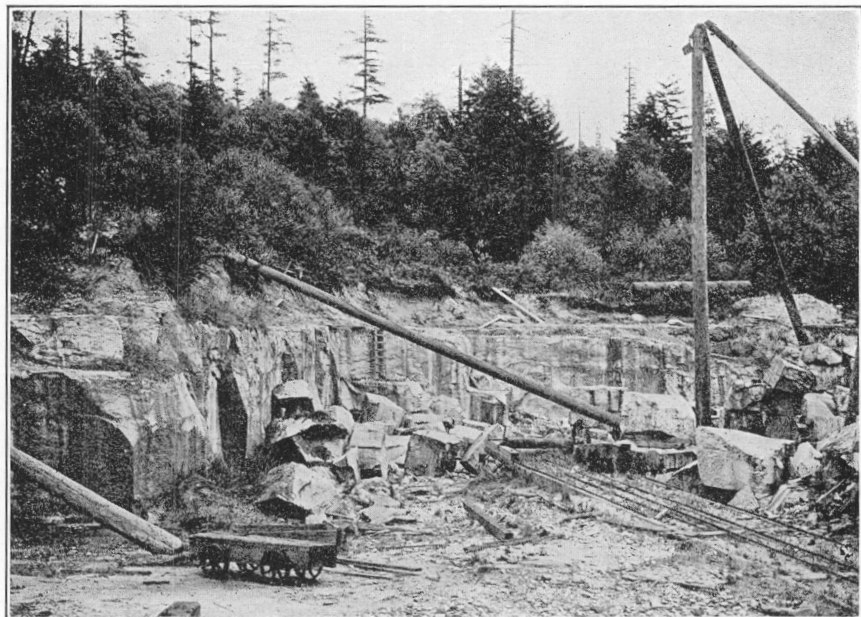
*Caractéristiques lithologiques.*—Les roches de la formation varient quelque peu, quoiqu'elles possèdent généralement des caractéristiques distinctives. La roche la plus abondante et la plus caractéristique est un grès grossier, vert-olive, tournant au brun, et en plusieurs endroits à stratification entrecroisée. Elle est composée de petits fragments tant anguleux qu'émoussés et arrondis, de 1 à 5 mm. de diamètre ( $\frac{1}{16}$  à  $\frac{3}{16}$  de pouce) de roches pétrosiliceuses et phylladiennes et de méta-andésites, dans une pâte sablonneuse en petites quantités, composée de quartz anguleux et de grains de feldspath, accompagnés de biotite et de chlorite. Le tout est faiblement cimenté par de la limonite. Dans le grès, on observe quelques minces lits de conglomérat d'une composition analogue. En certains endroits, comme à Nanaïmo, la formation presque tout entière consiste en grès grossiers, sauf quelques entrelits d'un grès, fin à moyen, en couches tant minces qu'assez épaisses. D'autres fois, comme dans la partie nord de Newcastle et près de South Wellington, la formation consiste presque entièrement en schistes gréseux, vert foncé, à décomposition concentrique, et en grès argileux en lits minces, composés en grande partie, de détritiques des méta-volcaniques de Vancouver. Interstratifiés avec ces roches schisteuses, on trouve des amas lenticulaires du grès grossier caractéristique, et même, lorsque les schistes prédominent, les grès

forment, en certains horizons, des lits assez épais. Les roches, plus spécialement les schistes gréseux, sont parfois carburés, contenant des "marques de charbon" (*coal markings*) et même des fragments charbonneux.

### *Formation Protection*

*Distribution et épaisseur.*—Les assises Newcastle sont surmontées par une formation composée surtout d'un grès caractéristique, qui est la meilleure couche "repère" de toute la série de Nanaïmo. La formation a reçu le nom de Protection à cause de son développement typique sur l'île de ce nom. Ces couches occupent une bande qui s'étend de Newcastle à Lady-smith, large de 1 mille à  $1\frac{1}{2}$  mille dans la partie nord de la carte, et diminuant à la partie sud extrême, où les couches sont fort redressées, à moins d'un quart de mille. La formation affleure aussi à quatre milles à l'est de la bande principale, sur l'île Ronde, une petite île à  $1\frac{1}{2}$  mille au sud-est du district Dodds, dans le chenal Trincomali, qui suit une flexure anticlinale. Le grès Protection est assez bien exposé au jour, et il présente de nombreux affleurements quoique de peu d'étendue chacun. On peut établir, assez exactement, le contour ouest ou inférieur de la formation. Le contour supérieur, ou contact avec les schistes Cedar District tient plutôt de la nature d'un passage ou transition graduelle et il est assez indéfini; on ne peut le relever avec précision que lorsqu'il recoupe la rivière Nanaïmo. La formation est d'épaisseur plus uniforme que les autres de la série, et elle varie de 600 à 750 pieds avec une puissance moyenne de 650 pieds.

*Caractéristiques lithologiques.*—La formation consiste principalement en un grès blanc-grisâtre, de grain fin à moyen et généralement uniforme, consistant en grains de quartz, ou de roches quartzieuses, subanguleux, et en feldspath incolore, ou blanc, lorsqu'il est quelque peu altéré, des paillettes de biotite et un peu de mica blanc, et quelques grains verts et rouges d'autres minéraux. En plaques minces, on observe que la roche est composée en grande partie de débris de la granodiorite, l'orthose et le plagioclase sont présents tandis que les minéraux accessoires et secondaires comprennent, à part ceux déjà mention-



A



B

- A. Carrière de grès Protection, île Newcastle; lit de 16 pieds d'épaisseur.
- B. Carrière de grès De Courcy, pointe Jack; épais lits de grès avec minces intercalations de grès schisteux.





nés: épidote, chlorite, magnétite et kaolin. Le ciment est en grande partie de la silice secondaire, et n'est pas toujours suffisant pour lier la roche fermement. Le grès est en lits tant minces qu'épais, et parfois en dalles, mais les couches épaisses sont plutôt la règle générale. (voir pl. VI A.). Quelques-uns des lits sont à stratification entrecroisée, et sont même parfois concrétionnaires; exposés à l'atmosphère, il se décomposent concentriquement, ou en alvéoles. Quoique généralement d'un gris-blanc, tournant à un gris sale, certains lits sont légèrement ferrugineux, et sur les fractures fraîches sont d'un gris-jaunâtre, tandis que les surfaces exposées sont brunes. En plusieurs endroits, plus spécialement dans la partie médiane de la formation, les grès sont à gros grain et caillouteux et passent à un conglomérat fin, contenant des cailloux bien arrondis de quartz et de roches quartzeuses. Interstratifiés avec ces grès, on observe des lits assez nombreux de grès schisteux, assez minces, d'un gris olive, et de schistes gréseux, foncés, carburés, siliceux. Ces couches sont plus nombreuses et plus épaisses dans la partie supérieure de la formation, et constituent une transition aux schistes sus-jacents de la formation Cedar District. On trouve aussi, associés aux entrelits schisteux, des petits amas lenticulaires de charbon, atteignant jusqu'à un pied d'épaisseur, mais n'offrant pas d'intérêt économique.

### *Formation Cedar District.*

*Distribution et épaisseur.*—Au-dessus de la formation Protection, on trouve des assises qui consistent principalement en roches schisteuses appelées formation de Cedar District.<sup>1</sup> Cette formation, qui est la moins résistante, occupe une large vallée, ayant une orientation presque Nord et Sud, qui s'étend de l'embouchure de la rivière Nanaïmo au havre Ladysmith (Oyster), et dont la plus grande partie se trouve dans le district Cedar. Cette formation est aussi exposée au jour, à une distance de 2 à 3 milles vers l'est, sur les rivages des îles Vancouver et Mudge, au sud du détroit Dodd, aux flancs d'un pli anticlinal qu'occupe le chenal Trincomali. La partie supérieure de la

<sup>1</sup> Le nom "Cedar" est déjà usité pour désigner une formation jura-triasique en Californie.

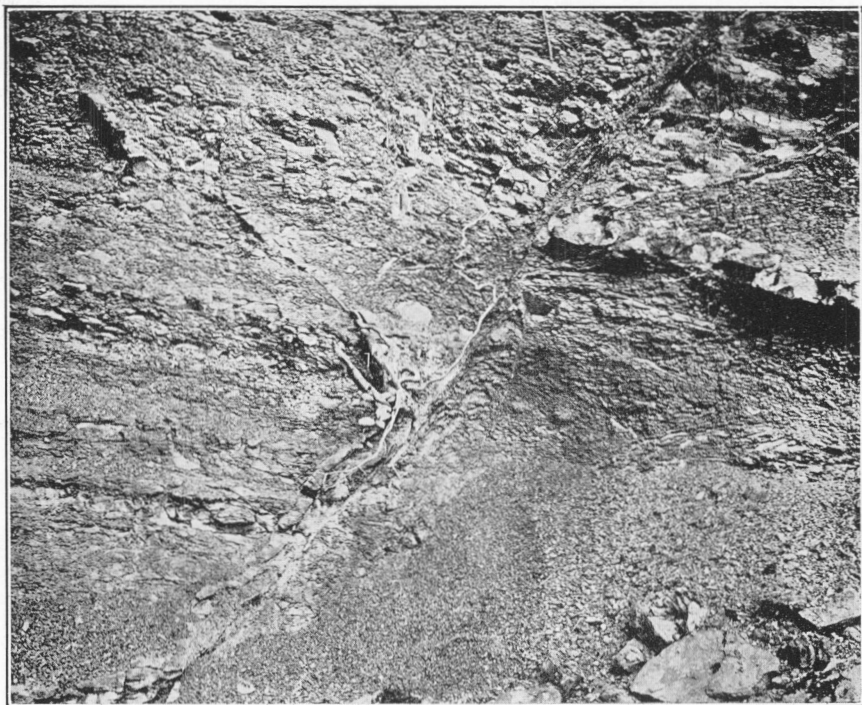
formation affleure bien le long des rives à ces endroits, mais, dans la vallée, elle est en grande partie recouverte d'un manteau de drift. Cependant, il y a bien quelques petits affleurements, et même des parties de la formation, assez bien exposés en certains endroits le long de la rivière Nanaïmo. Donc, quoiqu'il ne soit pas possible de relever exactement les contacts de la formation, qui sont transitionnels et indéfinis, on peut déterminer avec assez de certitude l'allure et le contour de l'affleurement de la formation. L'épaisseur, comme celle de la formation Protection, est assez uniforme, et varie entre 700 et 1,000 pieds dans la partie sud, la moyenne étant d'environ 750 pieds.

*Caractéristiques lithologiques.*—La formation consiste surtout en schistes gréseux fins, gris foncé, à désintégration concentrique, carburés et ferrugineux, renfermant un grand nombre de minces entrelits (1 à 3 pouces) de grès à grain fin, gris brun. Au sein des schistes, on observe des nodules ou concrétions de grès ayant jusqu'à six pieds de diamètre, et un pied d'épaisseur, fissurés et dont les fissures sont remplies de boue durcie. Il y a aussi plusieurs couches assez épaisses (de 1 à 20 pieds) de grès gris-jaune, de grain moyen à grossier. Par places, ces lits sont concrétionnaires, entrecroisés, et portent des marques de clapotement. Les couches épaisses de grès sont plus nombreuses dans la partie supérieure des assises, et dans la formation De Courcy sus-jacente elles prédominent de beaucoup. Les schistes ne sont pas seulement interstratifiés avec des grès, mais ils sont recoupés par de nombreux filons de grès, atteignant 3 et 4 pieds de large (voir pl. VII A).<sup>1</sup>

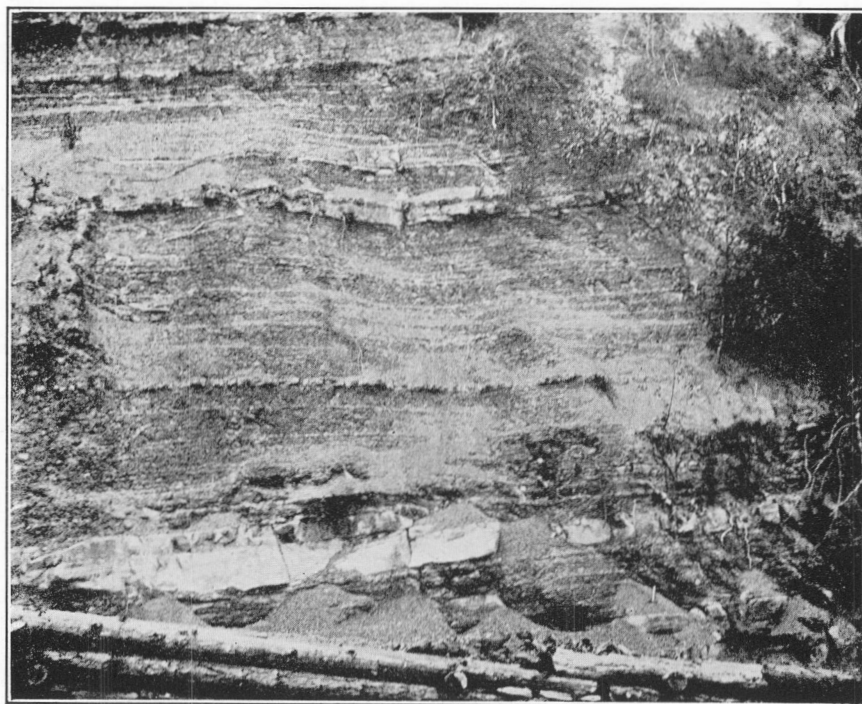
### *Formation De Courcy*

*Distribution et épaisseur.*—Au-dessus des schistes de Cedar District, on observe des assises de grès assez uniformes, appelées formation De Courcy à cause de son développement typique dans le groupe d'îles De Courcy. Cette formation s'étend de la pointe Jack, une longue pointe étroite, à l'est de Nanaïmo, le long de la côte est de l'île de Vancouver, à la chaîne de hauteurs

<sup>1</sup> Les filons, ou dykes de grès, sont traités plus au long sous la rubrique "Géologie structurale de la série de Nanaïmo.



A



B

- A. Schistes Cedar District, sur la rivière Nanaïmo; faille et petit dyke de grès. (Le dyke s'étend du centre à l'angle supérieur gauche.)  
 B. Schistes Northumberland supérieurs, baie Descanso, île Gabriola, montrant de nombreuses intercalations de grès.



elevées, la chaîne Woodley, du côté est du havre de Ladysmith (Oyster). Ces assises constituent aussi la plus grande partie des îles Mudge, Link et De Courcy, du groupe De Courcy, du côté nord-est du chenal Trincomali. Ces deux développements, qui se rejoignent au détroit Dodd, affleurent sur les deux flancs de l'anticlinal de Trincomali. L'affleurement du flanc nord-est mesure, en moyenne, moins d'un demi-mille de large, mais à cause de plusieurs flexures amples, l'affleurement du flanc sud-ouest varie entre  $1\frac{1}{2}$  et 4 milles. Les roches de la formation sont bien exposées, car elles forment plusieurs crêtes en cuestas. Mais on ne peut observer les contacts qu'en quelques endroits; cependant, il est possible de déterminer, assez exactement, l'allure et l'étendue de ces assises. Sur la plus grande partie de son développement, la formation a une puissance de 900 pieds, mais, dans la chaîne Woodley, l'épaisseur atteint 1,400 pieds.

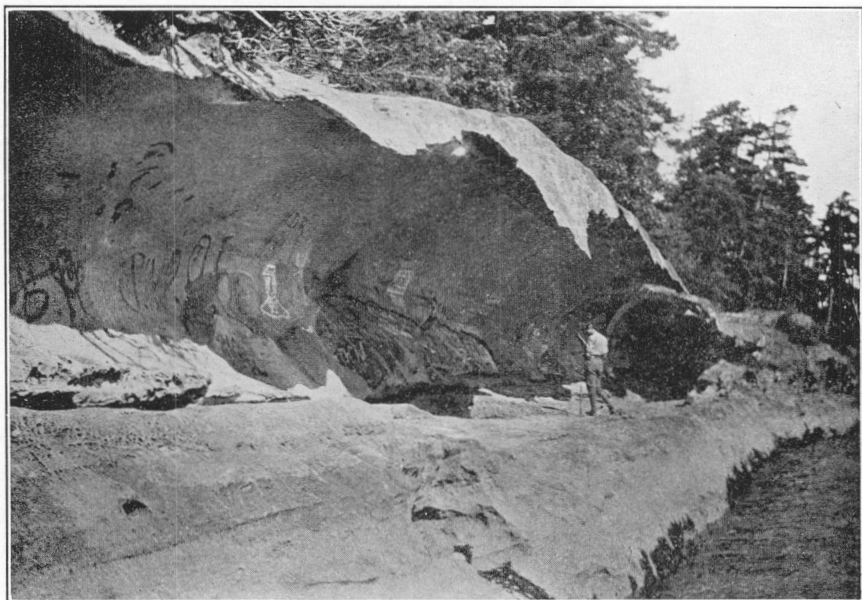
*Caractéristiques lithologiques.*—La roche prédominante de la formation est un grès gris vert, tournant au brun jaunâtre sur les surfaces exposées, de grain fin à grossier, et même cailouteux, composé de grains anguleux de quartz, feldspath, de méta-andésite, et de fragments de muscovite et de biotite, dans une pâte verdâtre composée surtout de chlorite. Un examen au microscope révèle la présence de magnétite, de titanite et d'épidote. Le ciment est siliceux et ferrugineux. Elle est en couches épaisses, mais certaines parties sont en lits minces, et même schisteux se délitant facilement. (Voir pl. VI B). Le grès est fréquemment à stratification entrecroisée et concrétionnaire. Quelques-unes des concrétions sont de grande dimension, ayant un diamètre maximum de 10 pieds. Elles sont fréquemment fissurées, et remplies de boue endurcie ou de sable fin, mais sur les surfaces exposées, ces remplissages ont souvent disparu. Les concrétions elles-mêmes se désagrègent souvent, laissant des cavités dans le grès. Les agences atmosphériques ont aussi donné naissance à des galeries, à parois alvéolées.<sup>1</sup> Dans la chaîne Woodley, les grès sont généralement à grain grossier, avec gros fragments, subanguleux à fort arrondis, d'un diamètre moyen dépassant un pouce, de quartz, de roches méta-

<sup>1</sup> Voir description plus complète sous la rubrique "Formation Gabriola."

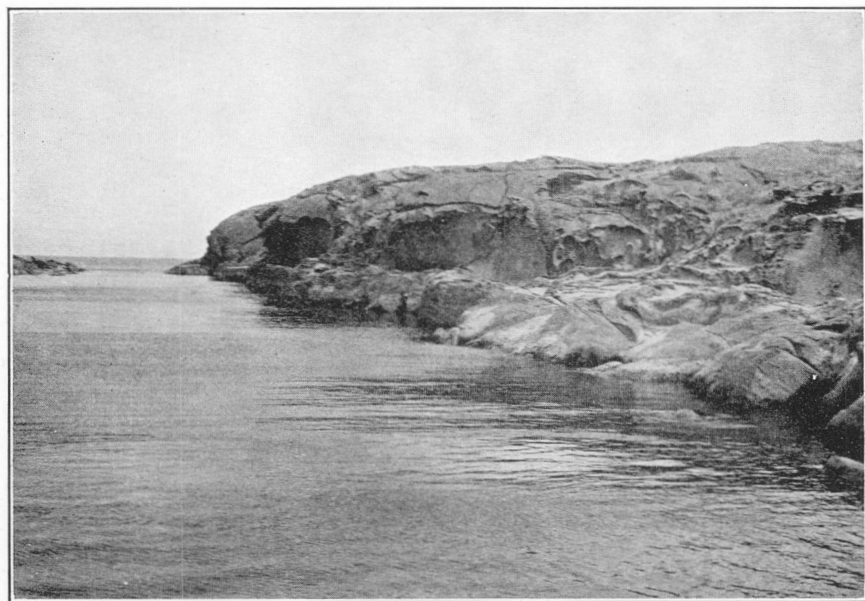
volcaniques, de granodiorites et de porphyrites, dans un fond gréseux, lequel prédomine. On observe, interstratifiés avec les grès, des lits assez minces, variant de quelques pouces à 2 ou 4 pieds, de schistes gréseux carburés, de couleur foncée, et de grès schisteux. Ces entrelits sont plus nombreux dans la partie supérieure et dans la partie inférieure, que dans la zone médiane; ils passent transitionnellement à la formation Cedar District par le bas et aux schistes de la formation Northumberland par le haut. Ces zones de transition, de 100 à 200 pieds, consistent en interstratifications de grès schisteux, schistes gréseux avec des couches épaisses de grès, en proportions à peu près égales. Le premier lit de grès grossier, de 20 pieds ou plus d'épaisseur, est considéré, d'un côté comme la base et de l'autre comme le sommet de la formation De Courcy.

### *Formation Northumberland*

*Distribution et épaisseur.*—Surmontant la formation De Courcy, on trouve des assises très hétérogènes, qui sont, cependant limitées par le haut et par le bas par des lits de schistes gréseux. Le schiste inférieur est persistant sur toute l'étendue du bassin de Nanaïmo, et le schiste supérieur se rencontre sur toute l'étendue de la carte-feuille, quoiqu'il semble y avoir quelques lacunes au sud-est. Dans les limites de la carte de Nanaïmo, cette formation, appelée formation Northumberland, à cause de son développement le long de la rive nord-est du chenal Northumberland, ou sud-ouest de l'île Gabriola, est virtuellement restreinte à cette île, et affleure le long des rives nord-est et sud-ouest de l'île, qui est, elle-même, une crête synclinale. Cependant, sur la carte, la formation occupe aussi une petite étendue dans la partie sud-est, au sud de la baie Kulleet. Les roches résistantes à cet endroit sont entièrement recouvertes d'un manteau de drift, mais, d'après les données que nous possédons sur l'épaisseur et l'allure de la formation sous-jacente De Courcy, les assises Northumberland doivent affleurer dans ces environs, sous la couverture superficielle. La largeur des affleurements varie entre un quart de mille et un demi-mille, une partie de la formation venant au jour au-dessous du niveau de la mer. Cependant, dans le détroit False, entre les îles Gabriola et Mudge,



A



B

- A. Galerie ou grotte Gabriola (Malaspina), île Gabriola; effets de l'érosion éolienne sur le grès Gabriola, après décomposition partielle du ciment par l'embrun d'eau salée.
- B. Rive ouest de l'île Snake; falaises hautes de 25 pieds; érosion éolienne du grès Gabriola.





plusieurs affleurements sont exposés à marée basse. C'est à cause de ces affleurements, qui forment récifs, que le détroit False ne peut servir à la navigation. Les roches de cette formation sont bien exposées au jour le long des rives de l'île Gabriola, et on peut relever exactement le contact supérieur des assises. Le contact inférieur se trouve au-dessous du niveau de la mer, mais on peut l'observer assez bien à quelques pieds de la rive nord-ouest de l'île Mudge, dans le détroit False. La puissance de la formation varie entre 1,100 et 1,220 pieds.

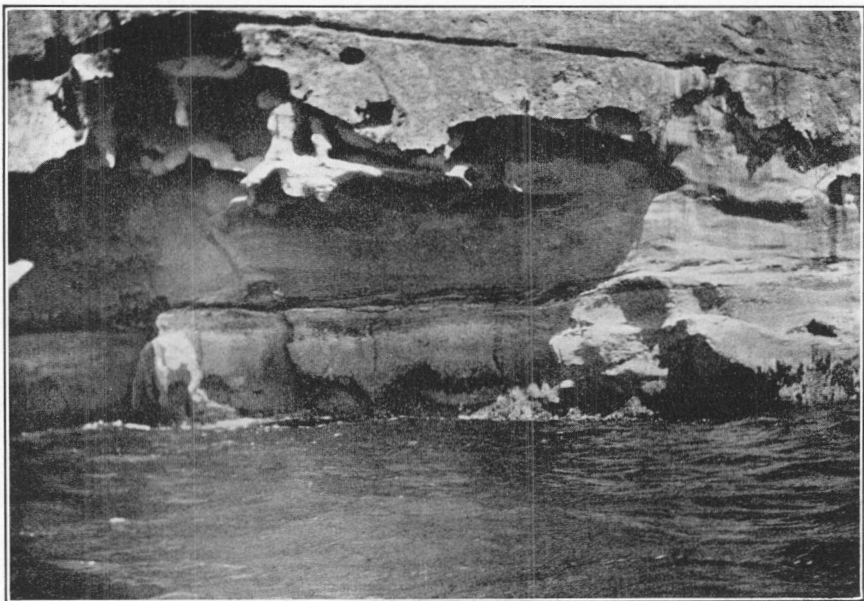
*Caractéristiques lithologiques.*—La formation consiste en schistes, grès et conglomérats. Ainsi que nous l'avons mentionné, les schistes se trouvent au bas et au haut de la formation, et sont virtuellement limités à ces deux horizons. Les schistes sont fort semblables à ceux des assises de Cedar District quoique généralement moins carburés. Ils sont gris, en lits minces, et gréseux, contenant de nombreux feuillets de grès siliceux, épais de 2 à 6 pouces, gris-jaune et de grain fin à moyen (voir pl. VIIB), et quelques entrelits d'un grès grossier, atteignant jusqu'à 8 pieds. Ainsi que les schistes de Cedar District, ils sont recoupés par de nombreux filons ou dykes de grès, qui sont particulièrement nettement exposés au jour sur la rive nord-est de l'île Gabriola. Dans la partie supérieure des schistes du bas, qui ont une épaisseur de 500 pieds environ, les schistes, tant verticalement que latéralement, passent irrégulièrement ou sont remplacés par des grès, et des conglomérats grossiers, cette partie, grès et conglomérats, de la formation mesurant environ 400 pieds. Les grès sont analogues aux grès à gros grain et en lits épais interstratifiés avec les schistes, ou à ceux de la formation De Courcy, ou encore aux grès de la formation Gabriola sus-jacente. Les lits tant minces qu'épais, sont gris jaune, à grain fin à grossier, et concrétionnaires. Sur l'île Gabriola, les conglomérats se trouvent en entrelits dans les grès, et ont des épaisseurs atteignant 30 pieds et même plus, mais au sud-ouest de la carte de Nanaïmo, par exemple sur l'île Galiano, ils ont par places près de 1,000 pieds, et constitue la majeure partie de la formation. Les conglomérats consistent en fragments qui représentent virtuellement toutes les roches cristallines et métamorphiques de l'île de Vancouver, quartz filonien, roches

pétrosiliceuses et schisteuses de la série Sicker, la granodiorite, et la diorite, porphyrites, méta-andésites, et même des calcaires et des grès. Les fragments sont bien arrondis, et ont jusqu'à 8 pouces de diamètre, ayant, en moyenne, un pouce de diamètre, et constituent une plus forte proportion de la roche que la pâte gréseuse.

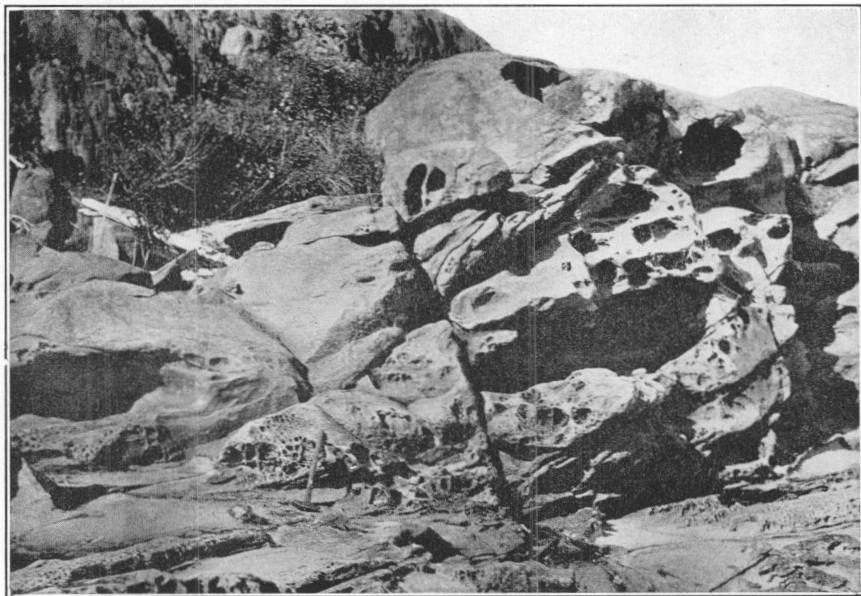
### *Formation Gabriola*

*Distribution et épaisseur.*—Au-dessus de la formation Northumberland, on trouve les assises supérieures de la série de Nanaïmo, composées surtout de grès; cette formation occupe la plus grande partie de l'île Gabriola, d'où son nom de Formation Gabriola. A l'exception de deux petites îles, les îles Snake et Entrance, au Nord de l'île Gabriola, la formation Gabriola, dans l'étendue de la carte de Nanaïmo, est limitée à l'île Gabriola. Les roches sont assez bien exposées au jour, plus particulièrement le long des rives, mais à l'intérieur de l'île, elles ont été désintégréées et sont maintenant recouvertes par un mince manteau de débris de roches. Dans l'étendue de la carte de Nanaïmo, l'épaisseur de la formation est de 1,400 pieds environ, mais au sud-est, l'épaisseur augmente à 3,000 pieds.

*Caractéristiques lithologiques.*—La formation Gabriola consiste surtout en grès, en couches plus ou moins épaisses, gris jaune, finement à moyennement grenus, à grains anguleux de 0.1 à 2 m.m. de diamètre de quartz, feldspath, méta-volcaniques et des paillettes de biotite, dans une pâte verdâtre composée de chlorite, serpentine, épidote et magnétite, cimentés par de la calcite. Les grès sont concrétionnaires (voir pl. XIII), les concrétions ayant de 1 à 3 pieds de diamètre, et accusent parfois une stratification entrecroisée. Les concrétions se désagrègent et laissent des cavités, et lorsque les couches sont exposées à l'érosion éolienne et dans une certaine mesure à l'action des vagues, plus particulièrement le long des rives, où le ciment calcaire a été en partie dissous par l'écume d'eau salée, les grès ont été sculptés en grottes hémisphériques et hémicylindriques, appelées localement "galeries." La mieux connus de ces galeries est la Galiano (ou Malaspina) dans la partie nord-ouest de l'île Gabriola, décrite pour la première fois par



A



B

- A. Sculpture d'érosion éolienne, grès Northumberland, rive sud-ouest de l'île Gabriola.  
B. Décomposition alvéolaire du grès Gabriola, sur l'île Entrance.



l'un des anciens explorateurs espagnols, soit Galiano ou Malaspina, mais les galeries de la rive ouest de l'île Snake, quoique plus petites, ont des formes plus fantastiques, (voir pl. VIII). Parfois les parois sont unies, mais fréquemment les grès, présentant une résistance inégale, ont été découpés et sculptés en formes de dentelles et d'alvéoles, (voir pl. IX). Les murs des galeries sont défigurés par des noms et des dates peints en couleur sur le grès, mais ce fait peut nous servir à calculer le degré d'érosion, ou d'abrasion annuelle, car les surfaces protégées par la couleur sont peu affectées par l'érosion. Donc les lettres peinturées sont en relief plus ou moins accusé selon leur âge. Celles de six mois sont soulevées d'un millimètre ( $\frac{1}{8}$  de pouce et plus) au-dessus des surfaces non-couvertes, et celles de deux à trois ans sont en relief de 3 à 4 millimètres ( $\frac{1}{4}$  de pouce ou plus). Elles n'atteignent guère un relief plus accusé sans se désintégrer rapidement. Donc, on peut observer que les surfaces les plus exposées des grès, s'usent à raison de près de 2 millimètres par année.

On observe, interstratifiés avec les grès, de nombreux lits de grès argileux gris, à grain fin, et même des schistes gréseux foncés, gris-bleu, qui se rouillent sur les surfaces exposées, et qui sont, par places, plus argileux. Dans la partie médiane de la formation, les lits schisteux, quoique assez nombreux, sont minces, dépassant rarement un pied, mais dans les 500 pieds supérieurs, ils sont plus épais et prédominent sur les grès. Dans les 100 pieds inférieurs, les lits sont aussi plus épais, et cette partie de la formation forme une zone de transition qui passe aux schistes Northumberland sous-jacents. Nous avons placé le contact entre les deux formations à un lit de grès qui surmonte une couche de schiste épaisse de 50 à 60 pieds.

## RELATIONS STRUCTURALES DE LA SÈRIE DE NANAÏMO

### *Internes*

*Flexures.*—En général, les roches de la série de Nanaïmo ont une orientation nord-ouest sud-est, et le plongement prédominant est vers le nord-est. Sur la bordure nord du bassin, dans les environs de la baie Departure, la direction générale

tourne vers le nord-est et l'est, et l'inclinaison vers le sud-est et le sud. En outre de cette flexure maîtresse qui donne les contours du bassin, il y a de nombreux plissements mineurs. Presque tous les plis ont des directions générales nord-ouest, sud-est, parallèles à l'orientation du pli principal, et les axes d'un grand nombre des flexures, plus spécialement des plis mineurs, ont une inclinaison vers le sud-est, et meurent en prolongement. Les plus importants des petits plis, débutant à la partie sud-ouest de la carte, et procédant vers le nord-est, sont: l'anticlinal Extension, le synclinal Kulleet, l'anticlinal Trincomali et le synclinal Gabriola.

*L'Anticlinal Extension.*—L'anticlinal Extension que l'on peut suivre sur une distance de près de 6 milles, a une orientation N. 35° W., et s'étend du nord-ouest de la ville d'Extension au sud-est de la rivière Nanaïmo. Le pli est ouvert mais assez aigu; les flancs sont inclinés sous des angles variant entre 10° et 50°. Ainsi qu'il arrive fréquemment, l'érosion a été plus rapide le long de l'axe formant une vallée que l'on peut appeler la vallée Extension, dans les schistes Haslam. De chaque côté de la vallée les flancs de l'anticlinal, composés de la partie supérieure des schistes Haslam, des grès East Wellington, de la veine de charbon Wellington et de la partie inférieure des conglomérats Extension, forment des crêtes en *cuestas* dont le côté raide fronte la vallée. A plus d'un mille au sud-est de la rivière Nanaïmo, l'axe des schistes Haslam plonge au-dessous des conglomérats Extension, et on ne peut suivre le pli anticlinal qu'à une courte distance au-delà.

*Synclinale Kulleet.*—Le pli synclinal Kulleet est un pli ample, dont la direction varie, et qui affecte surtout les grès De Courcy. Il traverse les districts Cedar et Oyster, du nord-ouest du lac Holden à la baie Kulleet, une distance de 10 milles environ. La direction de l'axe varie entre N. 45° E. et N. 80° W., mais l'orientation générale est N. 30° W. Les flancs plongent de 5 à 30 degrés, avec une moyenne de 12°. Il y a deux dépressions ou cuvettes dans la synclinale, l'une au sud du lac Holden et la seconde à la baie Kulleet. L'axe de ce dernier bassin a une inclinaison assez raide vers le sud-est. Un pli ou pincement transversal sépare l'extrémité nord du synclinal de

Kulleet d'un plus petit pli synclinal, dans les schistes Cedar District, et les grès Protection, qui s'étend de l'embouchure de la rivière Nanaïmo à Stoveley. et qui constitue virtuellement un prolongement du pli Kulleet.

*Anticlinal de Trincomali.*—L'anticlinal Trincomali est un pli ouvert, mais assez aigu, ayant une direction N. 40°W. A son extrémité nord, près du détroit Dodd, son axe est incliné vers le nord-ouest; au sud-est, il s'étend sur une distance de plusieurs milles au-delà de la carte de Nanaïmo. Il a été érodé le long de son axe, qui est maintenant en grande partie sous l'eau, sous le chenal Trincomali. Cependant, à un endroit sur l'île Round, le grès Protection est exposé près de son axe. Les flancs de l'anticlinal, qui consistent en schistes de Cedar District et grès De Courcy, plongent sous un angle de 20 degrés. Le jambage nord-est forme les îles De Courcy, et le jambage sud-ouest forme plusieurs petites crêtes le long de la rive de l'île de Vancouver.

*Synclinal Gabriola.*—Le synclinal Gabriola est un ample pli ouvert synclinal dans les formations Northumberland et Gabriola, et les roches en question composent l'île Gabriola. L'axe, qui traverse l'île en son centre, varie en direction, de nord à l'extrémité nord-ouest à N. 80° W., à son extrémité sud-est, l'orientation moyenne étant environ N. 55°W. Les flancs plongent sous des angles variant de 5 à 25 degrés, l'inclinaison moyenne étant d'environ 15 degrés. Près de l'extrémité nord de l'île Gabriola, la synclinale est recoupée par un pli anticlinal transversal de sorte que dans la partie nord-ouest, l'axe synclinal est incliné vers le nord, et la partie sud-est est inclinée vers le sud-est.

*Flexures mineures.*—En outre des grands plis décrits ci-dessus, il y a un grand nombre de flexures plus petites, dont les plus importantes ont été rapportées sur les cartes accompagnant ce rapport. La formation Haslam est ridée en plusieurs endroits où elle a été refoulée par les conglomérats Extension contre la base de roches cristallines. Ces plis sont clairement visibles au nord du mont Benson, le long du ruisseau Berkeley et le long du ruisseau Haslam et de sa branche nord. Il existe indubitablement un grand nombre d'autres plis qui ne sont pas exposés au



jour. Les plis sont invariablement longitudinaux, sous une orientation nord-ouest sud-est, et ne sont pas continus. Ils sont généralement ouverts et les inclinaisons des pentes sont douces, mais près du ruisseau Haslam, au nord du mont Hayes, les schistes Haslam, qui sont immédiatement sous-jacents aux conglomérats Extension, sont refoulés en flexures aiguës, à flancs raides.

Au sud-ouest de l'anticlinal d'Extension, les assises Extension sont refoulées en plusieurs plis larges, et le long des axes de deux de ceux-ci les couches de la formation Haslam affleurent. Ils sont tous longitudinaux, et sauf deux exceptions ils sont tous ouverts, et leurs flancs ont des inclinaisons faibles. Ces deux exceptions sont un pli synclinal et un anticlinal directement au sud-ouest de l'anticlinal Extension, et ils s'étendent de la rivière Nanaïmo au ruisseau Haslam. Ces plis sont aigus, et les flancs sont redressés sous des angles de 25 à 55 degrés. De plus, au nord-est de l'anticlinal Extension, le long de la rivière Nanaïmo, et à l'est de la ville d'Extension, on observe quelques plis de la formation Extension. En outre des plis amples, et plus particulièrement dans les couches schisteuses de la formation Extension, il y a plusieurs refoulements aigus.

Les formations Cranberry et Newcastle, avec la formation Extension, sont plissées en deux flexures longitudinales assez larges et ouvertes, dont les axes sont inclinés vers le sud-est, près de la rivière Nanaïmo, un pli synclinal, et un anticlinal correspondant. On relève des plis beaucoup plus petits, mais aussi longitudinaux et inclinés vers le sud-est, dans les formations Cranberry et Newcastle, à l'ouest de South-Wellington, et dans la ville même de Nanaïmo, au sud du quai du chemin de fer Pacifique Canadien, au nord-est de la gare, et au sud du cercle Victoria. Sur l'île Newcastle nord, deux plis, anticlinal et synclinal, traversent l'île sous une direction générale N. 60° E.

Les grès Protection sont plissés en plusieurs endroits en petites flexures longitudinales, dont les axes sont inclinés vers le sud-est, et près de la rivière Nanaïmo, à Stovely, on relève deux plis assez amples. Celui de l'ouest est virtuellement le prolongement du synclinal Kulleet, et celui de l'est, qui est

un anticlinal ouvert, s'étend sur une distance de deux milles vers l'est, dans les formations Cedar District et De Courcy.

La formation Cedar District, dont les couches sont les moins résistantes de toute la série, a été ridée en petits plis dont quelques-uns sont transversaux, comme, par exemple, ceux qui traversent la rivière Nanaïmo au sud de Stoveley. On ne peut guère suivre ces plis sur des distances excédant quelques pieds, et par conséquent ils ne sont pas indiqués sur la carte.

Les grès De Courcy sont refoulés en plusieurs larges plis, longitudinaux et ouverts, entre le synclinal Kulleet et l'anticlinal Trincomali. Deux de ceux-ci, un anticlinal et un synclinal correspondant, s'étendent de près du lac Greenway, au sud du havre Boat, jusqu'au-delà de la pointe Yellow, une distance de plus de quatre milles.

A l'exception de l'anticlinal transversal qui recoupe le synclinal de Gabriola, les formations Northumberland et Gabriola n'ont pas été affectées par des flexures mineures. Cependant, près des axes du synclinal Gabriola et de l'anticlinal transversal, les couches, particulièrement les schistes Northumberland, ont été contournées et étirées.

*Dislocations.*—Les couches de la série de Nanaïmo ne sont recoupées que par quatre failles d'importance notable, mais il existe un grand nombre d'autres dislocations plus petites dont la plupart sont en réalité des plissements étirés à très petits rejets. Les grandes failles sont toutes des failles longitudinales, et il est à présumer que ce sont toutes des plis refoulés étirés, ou charriages. La principale de ces dislocations se trouve à environ trois-quarts de mille au sud-ouest de l'anticlinal Extension, et elle a une orientation N. 35° W., parallèle à l'anticlinal; on peut la suivre sur une distance de 3½ milles, quoique dans la partie sud, au sud-ouest de la crête Panther, elle se fond, sur une distance de un demi-mille en un anticlinal aigu. Le long de la faille, les roches plongent au sud-ouest, sous des angles de 10 à 25 degrés, le plan de la faille ayant une inclinaison analogue; la lèvre sud-ouest de la faille est soulevée et le rejet maximum semble être de près de 500 pieds. Somme toute, le plongement de la faille est presque vertical, un fait bien établi, car elle a été traversée par la galerie à flanc de coteau de la mine Extension,

à 300 pieds, verticalement, sous son affleurement, où l'on voit la bordure des roches de la lèvre abaissée se redressant brusquement dans le plan de la faille. Mais les travaux souterrains indiquent que la surface, ou plan de la faille, est ondulée ou déjetée, et, en certains endroits, l'inclinaison vers le sud-ouest est faible, la faille étant de la nature d'un chevauchement. Le long de l'affleurement de la faille, les schistes Haslam, du côté de la lèvre sud-ouest ou supérieure, sont en contact avec les conglomérats Extension qui forment la lèvre abaissée. Une vallée, étroite mais accentuée, s'est formée dans les schistes, et au sud-ouest les conglomérats Extension de la lèvre élevée, qui surmontent la couche de houille Wellington, forment une crête en cuesta, ayant un front abrupt, ou escarpement de faille, le long de la vallée (voir pl. IIIB).

A un demi-mille au sud-ouest de la partie nord de la faille décrite plus haut, on en observe une autre analogue mais de dimensions moindres. Son orientation est N. 35°W. et son plan est incliné raideement vers le sud-ouest. La lèvre sud-ouest est soulevée. Le rejet maximum que nous avons relevé, près de l'ancienne mine N° 1 de la Wellington Collieries Company, atteint de 100 à 150 pieds. Ce rejet diminue vers le sud-ouest et meurt à la charnière de la faille, que l'on peut suivre dans les travaux souterrains de la mine Extension n° 3.

Les deux autres failles importantes ont des allures problématiques, mais on peut, cependant, s'assurer de leur existence par la séquence de couches telles qu'elles sont exposées à la surface, et par la profondeur de la couche de charbon Wellington, déterminée par les forages. Ces failles se trouvent au nord-est de l'anticlinal Extension et coupent les roches des formations Extension et Cranberry qui plongent vers le nord-est. L'une d'elles, longue de deux milles, s'étend des plaines Harewood jusqu'à un grand marécage à un mille au nord-est de la ville d'Extension, la seconde, d'un mille et demi, court à l'ouest de South Wellington, dans la vallée des lacs Richard et Cranberry. Les deux failles ont une orientation générale N. 20° W., avec inclinaison probable du plan vers le nord-est; la lèvre nord-est est soulevée et le rejet maximum varie de 200 pieds, pour la

faille Harewood Plains, à 300 pieds pour la faille à l'ouest de South Wellington.

Nous avons de plus relevé d'autres failles, plus petites, tant longitudinales que transversales, plus particulièrement traversant les assises moins résistantes des schistes Haslam et Cedar District, (voir pl. VIIA) près des axes des plis plus aigus, mais sur la rive est de l'île Newcastle, les grès Protection sont brisés par une petite faille, orientée N.  $10^{\circ}$  W., avec plan vertical, la lèvre ouest étant soulevée de 15 pieds environ. Dans le canyon Haslam Creek, on observe des déplacements ou glissements le long des plans de stratification, là où la série Nanaïmo a été refoulée contre la base de roches cristallines. Il est probable que le contact entre les conglomérats Extension, que l'on voit au jour dans l'angle nord-est de la baie Departure, et les roches volcaniques de Vancouver, est aussi un plan de faille.

On donne localement le nom de failles à des accidents qui ne sont probablement que des plis monoclinaux raides. On en observe de beaux exemples près de la rive, dans la partie sud de la ville de Nanaïmo, à l'ouest de la mine n° 1 de la Western Fuel Company, et le long de la rivière Nanaïmo, près de Stoveley, et aussi près du pont du chemin de fer de la Compagnie Pacific Coast Collieries.

Les formations supérieures de la série de Nanaïmo ont été affectées par des flexures renversées, étirées, qui semblent avoir eu lieu lorsque les roches étaient encore plastiques, car elles ne sont autrement guère disloquées. Ces plis, qui sont plutôt de la nature de déplacements ou de failles, sont si prononcés qu'un lit modérément incliné s'abaisse brusquement à angle droit, de sorte que le plongement de la partie abaissée se trouve vertical, et sa direction est perpendiculaire à l'orientation générale de la couche. La plus importante de ces dislocations que nous avons relevées, est bien exposée sur la rive ouest de l'extrémité nord de l'île Newcastle, et affecte un conglomérat à gros grain, et en lits épais de la formation Cranberry, et la largeur de la partie abaissée est d'environ 150 pieds. La direction générale et le plongement à cet endroit sont respectivement N.  $35^{\circ}$  E. et  $20^{\circ}$  S.E., tandis que l'allure de la partie abaissée est N.  $55^{\circ}$  W.,  $85^{\circ}$  S.W. On observe une autre dislocation,

plus petite, le long de la rive à Nanaïmo, au nord du bureau de poste, dans le grès grossier Douglas. Il y a une allure générale des couches de N.  $35^{\circ}$  W.,  $20^{\circ}$  N.E., tandis que la partie abaissée, large d'un pied environ est orientée N.  $85^{\circ}$  W., et est inclinée  $80^{\circ}$  N.E. Malgré la soudaineté et la grandeur du déplacement, on ne peut observer d'indices de fractures, d'étirements ou de plans de glissements additionnels. Au contraire, on dirait plutôt que les mouvements ont eu lieu lorsque les roches étaient aussi plastiques que de l'argile fraîche. Donc, à moins d'adopter une hypothèse de dislocations et de mouvements beaucoup plus intenses qu'il n'apparaît, en même temps qu'une couverture de couches surincombantes beaucoup plus épaisse, on ne peut s'expliquer la nature de ces plis qu'en supposant les conglomérats, les grès et les autres roches sédimentaires à l'état plastique et tendre lorsque les flexions eurent lieu.

*Dykes ou Filons de grès.*—Les dykes de grès qui traversent les schistes supérieurs de la série de Nanaïmo, indiquent aussi que des mouvements eurent lieu pendant que les sédiments du sommet de la série étaient encore à l'état inconsistant. Ces dykes abondent dans les schistes des formations Northumberland et Cedar District, (voir pl. VII A), plus particulièrement dans les schistes qui sont caractérisés par un grand nombre de minces entrelits de grès. C'est dans les schistes Cedar District, sur le littoral de l'île de Vancouver au sud du détroit Dodd, et dans les schistes Northumberland, sur la rive Nord-est de l'île Gabriola, que l'on en voit les plus beaux exemples. Les dykes sont assez réguliers, et on peut suivre les plus larges des filons, qui ont de 3 à 4 pieds, sur des distances d'au moins cent pieds. Le long des rives, à cause de leur plus grande résistance à l'action des vagues, ils forment des projections au-dessus des schistes, en murs bas, dont le plus élevé que nous ayons noté avait une hauteur de trois pieds. Ces murs s'avancent dans l'eau en certains cas, et dans le district de Comox on utilise l'un d'eux comme quai pour aborder en petits bateaux.

En général, les filons sont à grain plus fin que les entrelits gréseux, et le ciment est plus calcaire, mais à part cela les matériaux qui les composent sont les mêmes dans les deux cas. Les grès des dykes sont gris blanc, à grain fin, constitués surtout

de grains anguleux de quartz et de feldspath, paillettes de biotite et de muscovite, accompagnés de magnétite, titanite, grenats, chlorite, pyrite et parfois de matières carburées, comme minéraux accessoires, le tout fortement relié par un proportion notable de calcite. Quoique généralement assez continus et réguliers, les filons bifurquent, ou sont rejetés par des petites failles. Parfois ces dykes sortent en projection des entrelits de grès, et des apophyses des dykes épousent les plans de stratification des schistes, et ressemblent à des entrelits de grès, mais on les distingue de ces derniers en ce que de telles apophyses ne se trouvent que d'un côté du dyke. Les dykes recoupent les schistes nettement, sans doute le long de plans de jointages ou diaclases, et les bords des schistes, aux contacts même avec les dykes, sont fréquemment un peu pliés ou contournés. Certaines des bifurcations ou branches des plus gros filons ressemblent à des apophyses projetées d'un dyke igné.

D'après leur mode de gisement et leur ressemblance aux filons intrusifs de grès de la Californie qui ont été décrits en détails par Diller<sup>1</sup> et par Newson<sup>2</sup>, l'origine de ces dykes gréseux n'est guère en doute. Ils semblent avoir été formés par l'injection de sables non-consolidés, généralement forcés par le bas le long de diaclases dans les schistes, l'injection étant analogue à celle d'un dyke igné. Subséquemment à ce processus d'injection, les sables furent solidement cimentés par du carbonate de calcium, amené par les eaux qui circulaient à travers la roche à grain relativement grossier. L'une des conclusions les plus importantes à tirer de ce fait, est qu'il dut se produire des mouvements pour causer l'injection des dykes, alors que les grès qui sont interstratifiés avec les schistes n'étaient pas encore consolidés, car il ne fait aucun doute que ce sont eux qui ont fourni les matériaux des dykes.

*Diaclases.*—Les diaclases des roches de la série de Nanaïmo sont généralement irréguliers, quoique en quelques endroits nous ayons observé des plans parallèles de jointage. Le long des axes des plis et dans les roches plus faibles, la dislocation a été

<sup>1</sup> Diller, J. S., Sandstone Dykes, Bull. Geol. Soc., Am. Vol. 1, 1890, pages 411-442.

<sup>2</sup> Newson, J. F., Clastic dykes, Bull. Geol. Soc. Am., Vol. XIV, 1903, pages 227-263.

très prononcée, mais en général dans les grès à lits épais et les conglomérats, les plans de diaclases sont peu nombreux.

### *Relations et Structure externes*

*Relations entre les roches de Nanaïmo et les formations plus anciennes.*—La série de Nanaïmo repose en discordance sur les roches volcaniques et sédimentaires métamorphiques du groupe de Vancouver, et les roches granitiques d'âge jurassique supérieur qui pénètrent ces roches métamorphiques. La surface sur laquelle les assises de Nanaïmo furent déposées a un relief accidenté. On peut observer les petites irrégularités directement lorsque l'on peut voir les discordances à découvert. Nous en avons relevé des exemples le long de la rive de la crête de méta-volcaniques, au nord de la baie Departure. (Voir pl. V B). Les conglomérats de la base, à cet endroit, comblent des crevasses, des dépressions et des petites vallées de l'ancienne surface, tandis que des crêtes de méta-volcaniques, non-seulement dominant ce conglomérat de base mais aussi les grès calcaires, ou calcarénites gréseuses, qu'il supporte. Ces grès reposent parfois directement sur les méta-volcaniques. Lorsque les contacts de la série de Nanaïmo avec les roches sous-jacentes ne sont pas dérangés par des dislocations ou des plissements, on voit qu'ils épousent les contours des élévations actuelles, qui devaient donc aussi être des élévations à l'époque du dépôt des assises de Nanaïmo, à moins que depuis il se soit produit des mouvements beaucoup plus intenses et des flexures beaucoup plus compliquées que ne le laissent croire nos relevés en d'autres endroits<sup>1</sup>. Il semblerait que les dépôts durent formés dans les baies, tandis que les roches plus résistantes formaient des promontoires, qui actuellement s'avancent dans les bassins occupés par la série de Nanaïmo. La crête du Mont Hayes, dans la partie sud de la carte de Nanaïmo, qui domine le bassin de Nanaïmo de 500 à 1,000 pieds, semble avoir constitué une de ces pointes, et il est probable que le Mont Benson était un autre de ces promontoires, beaucoup plus considérable que le premier. Si nous considérons le bassin entier de Nanaïmo, dont l'étendue

<sup>1</sup>Voir Mémoire n° 13, Com. géol. du Can., 1912.

de la carte de Nanaïmo ne représente qu'une partie, apparemment la plus profonde, on observe que quelques-uns des sédiments de la base, près des plus considérables de ces anciens promontoires, comme, par exemple, celui qui comprend la plus grande partie de l'île Saltspring, correspondent aux couches qui se trouvent au-dessus de la base des parties plus profondes du bassin. Il est probable que le conglomérat qui repose directement sur le flanc nord du mont Benson à l'ouest de la feuille de Nanaïmo, correspond au conglomérat Extension. Nous avons vu que, par places, le conglomérat Benson de la base s'amincit et disparaît complètement, et les arkoses Haslam reposent alors directement sur les roches cristallines; dans la partie nord de la feuille de Nanaïmo, près de la crête de roches méta-volcaniques au nord de la baie Departure, tous les membres inférieurs de la série de Nanaïmo s'amincissent considérablement et même quelques-uns disparaissent. Dans l'angle nord-ouest de la baie Departure, on trouve un affleurement de conglomérat Extension à moins de cent pieds de distance des roches méta-volcaniques de Vancouver. Il est possible que ces deux affleurements soient séparés par une faille, mais il n'y en a aucune évidence. Aussi, l'île Snake, constituée par les grès moyens des assises supérieures (Gabriola) de la formation de Nanaïmo, assises qui ont une épaisseur moyenne de 6,760 pieds, ne se trouve qu'à une distance de 7,200 pieds de l'île Five Finger, composée des roches méta-volcaniques de Vancouver, quoique l'inclinaison moyenne des couches de l'île Snake ne soit que de 30 degrés environ. De toutes ces observations, il semble que l'on peut conclure que la surface primitive sur laquelle reposent les couches de la série de Nanaïmo est très accidentée et possède un relief considérable; les différences extrêmes d'altitude atteignent peut-être 2,000 pieds.

Dans les environs des roches cristallines sous-jacentes, les couches de Nanaïmo ont été plissées contre elles, de sorte que l'orientation des couches inférieures de la série de Nanaïmo est parallèle à la ligne de contact, et les inclinaisons sont raides, et en général s'éloignent des contacts. Autour de la crête, au nord de la baie Departure, les plongements diminuent rapidement, mais près du flanc est du Mont Benson, les schistes Haslam



sont plissés en plusieurs petites flexures. Dans la partie sud-ouest de la feuille, les plongements sont raides, 80 degrés à 35 degrés sur une distance de 1,000 pieds du contact, le long duquel on observe des glissements le long des plans de stratification.

*Relations entre les assises Nanaïmo et les formations plus récentes.*—La seule roche plus récente, sauf les dépôts superficiels, que l'on trouve en contact avec les assises de la série de Nanaïmo, est le dyke de porphyrite-dacite qui recoupe le conglomérat Benson, et qui affleure dans le canyon du ruisseau Haslam.

#### MODE DE FORMATION

La série de Nanaïmo, ainsi que l'indique la faune qu'elle renferme, est en partie d'origine marine, probablement estuarine, car les couches furent déposées sur une surface très accidentée, et dans des conditions très variables, ainsi que le démontre le passage rapide de sédiments de l'un à l'autre, tant verticalement que latéralement. Les couches renferment aussi des plantes terrestres et du charbon, très probablement accumulés en eau douce. Donc des conditions d'eau douce, ou tout au plus saumâtre, c'est-à-dire des conditions terrestres, alternèrent avec des conditions plus franchement marines. La partie supérieure de la série de Nanaïmo, les assises Gabriola, ne contiennent cependant pas d'organismes marins, les seuls restes fossiles consistant en quelques plantes obscures. Il est donc possible que les alternances indiquées dans les parties inférieures de la série aient été vers le sommet entièrement remplacées par des conditions terrestres. Le caractère lithologique des sédiments, indique une accumulation rapide, et une formation dans des bassins relativement restreints, où des débris n'étaient pas soumis à une action très intense des vagues, car les grès sont composés principalement de grains anguleux à sub-anguleux, et une forte proportion est constituée de minéraux qui se décomposent facilement, comme les feldspaths. Les conglomérats sont généralement composés de roches quartzeuses et de quartz, les grès de produits désagrégés de roches granitiques, quartz, feldspaths et minéraux ferro-magnésiens, et les schistes de débris de roches volcaniques. Ce fait, assez curieux, suggère

une explication simple et assez plausible. De toutes les roches sous-jacentes, dont les détritiques composent les sédiments, seules les roches volcaniques furent désintégrées chimiquement et les produits de cette désintégration étant à grains fins, formèrent des dépôts limoneux qui sont maintenant des schistes. Les roches granitiques furent désintégrées mécaniquement, et broyées en un sable feldspathique grossier, qui fournit les matériaux des sables. Mais les filons de quartz et les roches quartzeuses ne furent réduites qu'en un cailloutis grossier qui constitue les conglomérats.

#### ÂGE ET CORRÉLATION

En se basant sur les déterminations, par le Dr. Whiteaves, des fossiles de la série de Nanaïmo recueillis en grand nombre par Richardson et autres dans l'étendue de la feuille de Nanaïmo, en d'autres parties de l'île de Vancouver, et sur les petites îles au large du littoral est de l'île, on peut établir la corrélation de la série avec les assises Chico (Crétacé supérieur) du Crétacé californien, et approximativement, avec la série Pierre des grandes plaines. On a recueilli des espèces identiques sur tout le développement de la série, depuis les schistes Haslam jusqu'aux schistes supérieurs de la formation Northumberland, les assises Gabriola, comme nous l'avons dit, étant virtuellement non-fossilifères. Nous ne recueillîmes nous-mêmes que quelques fossiles dont la détermination fut faite par M. L. D. Burling, avec le résultat qui suit:—

De la formation Haslam, rive nord de la baie Departure, à un quart de mille à l'est de la station biologique.

*Gyrodes excavata* (Michelin) ?

*Inoceramus* sp. ?

*Ostrea* sp.

*Trigonia evansana* (Meek).

*Anomia* ?

*Protocardium* ?

*Meretrix nitida* (Gabb).

*Linearia* sp.

*Cymbophora ashburneri* (Gabb) ?

De la formation Haslam, escarpment Hornewell, à un mille à l'est de l'observatoire biologique.

*Trigonia evansana* (Meek).

*Lima multiradiata* (Gabb).

*Tellina quadrata* (Gabb)?

*Meretrix nitida* (Gabb).

*Cymbophora ashburneri* (Gabb)?

De la formation Cedar District, rivière Nanaïmo, à un quart de mille au sud de Stoveley.

*Pelecypode*, peut-être *Cytherea*.

Restes tubulaires, ressemblant à des perforations vermiculaires.

Restes végétaux, indéterminés, fragments d'une feuille ressemblant à *Populus*, (selon M. W. J. Wilson).

Toutes les espèces déterminées ci-dessus avaient été antérieurement trouvées dans les assises Nanaïmo de notre feuille.

Les couches de la série de Nanaïmo furent sollicitées par des efforts venant du nord-est, ayant probablement leur origine au-dessous de l'affaissement entre l'île de Vancouver et la terre ferme, car au sud de la feuille de Nanaïmo, les anticlinaux ont été couchés vers le sud-ouest. Cette déformation eut probablement lieu vers la fin de la période éocène, contemporanément à la déformation que subirent les volcaniques Metchosin (Éocène supérieur) de la partie sud de l'île de Vancouver.<sup>1</sup>

Il ne semble pas y avoir eu de déformation générale le long du littoral de l'Océan Pacifique à la clôture du Crétacé, correspondant au bouleversement Laramide de l'intérieur, car comme le fait remarquer Arnold,<sup>2</sup> sauf une exception à San Diago, en Californie, la discordance entre l'Eocène et les couches Chico (équivalent de la série Nanaïmo) n'est pas une discordance angulaire; au contraire, au point de vue stratigraphique, les deux formations représentent, en apparence, une période ininterrompue de sédimentation. Nos travaux de 1910 à 1912 sur l'île de Vancouver ont, en général, confirmé cette conclusion, car quoiqu'il y ait eu quelques mouvements locaux durant la sédi-

<sup>1</sup> Voir Mémoire n° 36, Com. Géol. du Can.

<sup>2</sup> Arnold, Ralph—Tertiary faunas of the Pacific Coast, *Journal of géol.* Vol. 17, 1919, page 512.

mentation des dépôts de la série de Nanaïmo, et aussi selon toute apparence, un exhaussement sans plissement vers la fin du Crétacé, d'après l'absence de dépôts éocènes, les premières déformations après le Jurassique ou le commencement du Crétacé, eurent lieu après la fin de la sédimentation et du volcanisme éocènes.

## PORPHYRITE-DACITE

Quoique les nappes et les dykes de porphyrite-dacite et de porphyrite-trachyte recoupant les couches de la série de Nanaïmo, soient fréquents en d'autres endroits de l'île de Vancouver, à Comox et à Suquash,<sup>1</sup> nous n'avons relevé dans l'étendue de la feuille de Nanaïmo qu'un seul dyke de porphyrite-dacite recoupant ces assises. Ce dyke est à découvert dans le canyon du ruisseau Haslam, près de l'angle sud-ouest de la carte, et il recoupe les conglomérats de base Benson à 150 pieds au-dessus du pied de la série. Le filon est épais de 4 pieds, et est orienté N. 60° W., avec plongement de 65° N.E.; il est presque parallèle aux plans de sédimentation, qui ont ici une orientation de N. 80-90° W., et sont inclinés sous un angle de 50 à 80° N.E.

La roche du dyke est d'un brun jaunâtre, aphanitique, contenant des fragments de quartz, de pétrosilex, et de phyllade noire, avec des grains de pyrite de fer, généralement décomposée en limonite, ce qui donne à la roche sa coloration. En plaques minces, on voit que la roche consiste essentiellement en feldspath plagioclase et quartz, avec quelques grains de magnétite et d'apatite accessoires. Le feldspath et le quartz forment de petits phénocristaux de 1 à 2 mm. de diamètre. Le fond est en grande partie feldspathique, et consiste en minces cristaux allongés de feldspath diversement orientés. La roche est fortement altérée; elle est en grande partie remplacée par de la calcite; des veinules de calcite la sillonne aussi. Comme autres minéraux secondaires, on observe de la séricite et du kaolin ainsi que de la pyrite et de la limonite.

<sup>1</sup> Sutton, W. J., Manchester Geol. and Mining Soc., Trans. Vol. XXVIII, pages 307-314. 1904.

Clapp, C. H., Rapport Sommaire, Com. Geol. du Can.

Le dyke recoupe les plans de sédimentation, et il contient des fragments des roches et des minéraux du conglomérat. Son âge est indéterminé, mais il est certainement post-crétacé, et il ne fait guère de doute que l'on peut fixer sa corrélation avec les autres porphyrites dacitique et trachytique, de l'île de Vancouver qui recoupent la série de Nanaïmo. On considère généralement ces roches comme étant d'âge éocène, sans toutefois avoir de preuves directes à cet effet.

## DÉPÔTS SUPERFICIELS

La plus grande partie de l'étendue de la feuille de Nanaïmo est couverte d'un manteau de drift de matériaux divers, qui sont pour la plupart d'origine glaciaire, quoique déposé par diverses agences. Ces dépôts, ainsi que d'autres marques, telles que les stries, les cannelures et les signes d'érosion, indiquent deux périodes d'activité glaciaire, et deux époques correspondantes de retraits des glaciers. Ces deux périodes d'activité glaciaire ont été notées à plusieurs reprises par divers observateurs,<sup>1</sup> et Willis d'après ses études sur le terrain dans la région de Puget Sound, les a désignées respectivement sous les noms de époques Admiralty et Vashon, et il a appelé le stade interglaciaire, la période Puyallup. Puisqu'il ne fait guère de doute que l'on peut établir la corrélation des phénomènes glaciaires, des périodes glaciaires et interglaciaires de la région de Puget Sound avec ceux relevés dans l'étendue de la carte de Nanaïmo, nous avons adopté les désignations proposées par Willis, comme nous l'avons du reste déjà fait dans notre rapport sur les feuilles de Victoria et de Saanich. Le nom de Colwood, assigné à l'un des membres des dépôts de surface dans l'étendue de la carte de Victoria est aussi introduit. Tout en établissant une distinction entre les dépôts glaciaires et les dépôts post-glaciaires,

<sup>1</sup> Dawson, G. M., Comptes-rendus de la Soc. Roy. du Can., Vol. VIII, 1890, Sec. 4, pages 43 et 44.

Willis, Bailey, Drift phenomena in Puget Sound; Bulletin de la Geol. Soc. of Amer. Vol. IX, 1898.

Willis, Bailey et Smith, O. G., Feuille de Tacoma, No. 54, Service Géologique des Etats-Unis, 1899.

Le Roy, O. E., Com. Géol. du Can., public. n° 996, 1908, page 27.

Clapp, C. H., Mémoire n° 36, Com. Géol. du Can.

nous pouvons classer les dépôts superficiels de la feuille de Nanaïmo d'après le tableau qui suit:

Epoque post-glaciaire

Alluvions de grève.

Alluvions de marécages, de vallées et de deltas.

Détritus de roches.

Époque glaciaire Vashon

Stade de retrait de la glace.

Sables et graviers Colwood.

Stade de l'occupation des glaciers.

Drift Vashon.

Époque interglaciaire Puyallup.

Argiles, sables et graviers Puyallup.

Époque glaciaire Admiralty.

Till Admiralty.

## DISTRIBUTION ET CARACTÈRES DES DÉPÔTS

### *Till Admiralty*

Le till Admiralty, qui est le plus ancien des dépôts de surface de la région, n'est pas facile à indiquer sur la feuille de Nanaïmo. Cependant, en plusieurs endroits, les dépôts Puyallup, ou le drift Vashon, surmontent un till plus ancien, d'une épaisseur de 4 à 5 pieds, qui représente probablement le till Admiralty, mais il n'est pas visible en étendues suffisantes pour que l'on puisse en indiquer les contours sur la carte de la géologie de la surface. Il est cependant probable que certains des dépôts dans la partie élevée de l'ouest de la feuille, que nous avons rapportés comme drift Vashon, pourraient être assignés à l'époque Admiralty, mais on ne peut pas les distinguer des dépôts Vashon, qui sont de beaucoup les plus abondants. Ce que nous croyons être le till Admiralty consiste en un dépôt limoneux, gris jaune, à sable fin, et grossièrement stratifié, contenant, irrégulièrement disséminés, de nombreux cailloux et blocs roulés, atteignant jusqu'à 6 pouces de diamètre.

*Argiles, Sables et Gravieres Puyallup*

Les dépôts interglaciaires Puyallup consistent en argiles, sables et graviers nettement stratifiés. En général, les argiles se trouvent à la base, et les sables et graviers au sommet des dépôts. Mais il n'a pas été possible de distinguer, sur la carte, entre les argiles et les sables, comme nous l'avons fait pour ces dépôts dans l'étendue des feuilles de Victoria et de Saanich.<sup>1</sup> Sauf dans la partie sud-ouest, on trouve les dépôts Puyallup sur toute l'étendue de la feuille de Nanaïmo, généralement à des altitudes inférieures à 300 ou 400 pieds, quoiqu'au sud-est du Mont Benson, on trouve à 500 pieds des argiles sableuses stratifiées que nous avons placées avec les dépôts Puyallup. Les couches de cette formation sont le plus épaisses et le mieux développées à l'ouest et au nord-ouest de la ville de Nanaïmo, et dans la vallée qui s'étend de l'embouchure de la rivière Nanaïmo au havre de Ladysmith (Oyster), dans la partie inférieure de laquelle coule la rivière Nanaïmo. Ces dépôts ne furent jamais formés dans la partie sud-ouest de la feuille, mais sur les plus grandes des crêtes du reste de la carte, et dans leur voisinage, ainsi que sur les îles, ils sont recouverts par le drift Vashon, ou ils en ont été enlevés durant la période glaciaire Vashon. Même là où ces dépôts sont le mieux développés, ils sont recouverts d'un mince manteau assez persistant de drift Vashon, qui nous n'avons, cependant, indiqué sur la carte que lorsqu'il est fort développé. En général, la surface constituée par les dépôts Puyallup est légèrement ondulée ou plane, quoique parfois recoupée par les vallées de petits cours d'eau intermittents, ou accidentée par des terrasses découpées dans les dépôts le long du cours inférieur de la rivière Nanaïmo. Au nord-ouest de Nanaïmo les dépôts forment une plaine ondulée, élevée de 300 à 400 pieds au-dessus du niveau de la mer, avec une pente très rapide vers le rivage, et par places, comme le long de la rive sud-ouest de la baie Departure, ils forment des escarpements assez raides hauts de 40 à 100 pieds. En certains endroits, les dépôts semblent avoir été en partie érodés par les glaciers Vashon, de sorte que les parties non-attaquées demeurent en crêtes de

---

<sup>1</sup> Voir mémoire n° 36, Com. géol. du Can., 1914.

sables et de graviers, longues de un demi-mille à un mille, larges de 700 à 1,400 pieds, et hautes de 60 à 100 pieds, avec leur axe longitudinal dans la direction du mouvement glaciaire, soit environ S. 50° E.

Les argiles sont gris-jaunâtre et gris-bleuâtre, sableuses, et peu plastiques pour la plupart. Elles sont interstratifiées avec des sables argileux et même avec des sables grossiers et des graviers, lesquels prédominent dans la partie supérieure des dépôts de Puyallup. Les sables et les graviers sont bien stratifiés, et se trouvent en couches horizontales qui atteignent parfois une épaisseur de plusieurs pieds, quoique les lits eux-mêmes soient plus ou moins lenticulaires; les bords transgressent les uns sur les autres et ils passent de l'un à l'autre dans le même plan horizontal. Un grand nombre des lits sont à stratification oblique. On trouve, disséminés dans tout le développement de la formation, mais plus abondamment dans la partie inférieure, des cailloux et des blocs des roches cristallines de la région, surtout de la granodiorite, atteignant jusqu'à un pied, et même plus, de diamètre, de forme sub-angulaire à arrondie, polis et striés par l'action de la glace. Quelques-unes des couches, argiles et sables argileux, sont charbonneuses et renferment des restes de plantes et des empreintes. Ces dépôts contiennent aussi des organismes marins, ainsi que les dépôts Puyallup des feuilles de Victoria et de Saanich. Dans l'étendue de la feuille de Nanaïmo, les organismes ne sont pas nombreux, et nous n'en trouvâmes pas nous-même, mais Dawson en recueillit à une hauteur de 70 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Les dépôts Puyallup reposent en quelques endroits sur le till Admiralty, mais plus fréquemment on les trouve directement sur la surface rabotée des roches résistantes sous-jacentes. L'épaisseur est très variable, et dépend, dans une grande mesure, de l'irrégularité de la surface sous-jacente. Sur de grandes étendues, comme, par exemple, à l'est de la partie inférieure de la rivière Nanaïmo, ces dépôts sont minces, ne dépassant guère, en moyenne, 3 ou 4 pieds, mais au nord-ouest de Nanaïmo, ils atteignent une épaisseur maximum de 150 pieds, et même peut-être de 250 pieds. Ils sont recouverts, en discordance,



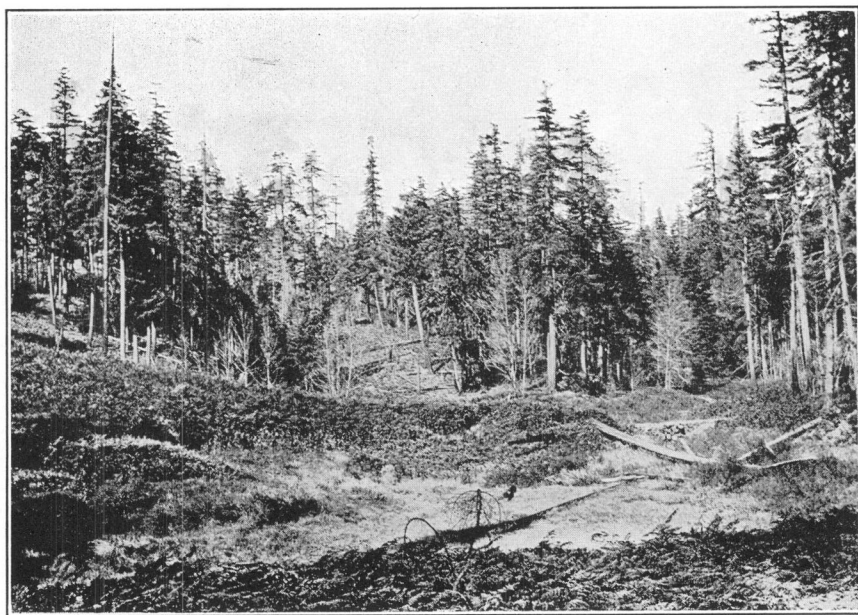
par le drift Vashon, et sont généralement parsemés de gros cailloux erratiques glaciaires.

### *Drift Vashon*

Les dépôts de l'époque Vashon occupent la plus grande partie de l'étendue de la carte de Nanaïmo, et recouvrent les terrains interglaciaires. Cependant, aux altitudes inférieures, à 300 ou 400 pieds, sauf toutefois dans les environs des crêtes de la partie inférieure de la feuille, ce manteau est mince, dépassant rarement 4 ou 5 pieds, et fréquemment il disparaît complètement, et sur des étendues considérables il est soit absent soit représenté par quelques blocs erratiques glaciaires, disséminés à la surface des dépôts interglaciaires. Ainsi que nous l'avons mentionné, le drift n'est indiqué sur la carte des terrains erratiques que lorsqu'il a une épaisseur appréciable, affectant les caractères de la topographie, du sol et de la végétation, et qu'il est, en conséquence, facilement reconnaissable. Dans les parties élevées du sud-ouest de la carte, la plus grande partie du manteau superficiel est composée de drift Vashon. Il est cependant probable que ces dépôts sont plus ou moins intimement mêlés au till Admiralty, duquel il n'est guère facile de les distinguer. Le drift Vashon constitue rarement des traits topographiques caractéristiques, comme des moraines, eskers, mais il est plutôt répandu en un manteau recouvrant les roches sous-jacentes ou les dépôts interglaciaires. Pourtant, dans la partie ouest de la feuille, il forme des petites moraines mamelonnées, et au nord du Mont Hayes, on observe trois ou quatre hauteurs morainiques, dont deux se trouvent protégées par un large affleurement, et qui sont allongées dans la direction du mouvement glaciaire, environ S. 65° E. Le drift a naturellement comblé un grand nombre des dépressions et des petites vallées de la base sur laquelle il repose, et sa surface est aussi marquée de petites irrégularités, petits mamelons arrondis, petits bassins dans le fond desquels on trouve souvent un petit lac, ou qui ont été remplis par des dépôts alluvionnaires. L'épaisseur maximum relevée du drift est de 50 pieds, mais il ne fait aucun doute qu'elle dépasse ce chiffre en certains endroits, et il est possible



A



B

- A. Une terrasse de delta, au nord de la rivière Nanaïmo, près de la voie du chemin de fer Esquimalt and Nanaïmo.
- B. Kames et marmites de géants, près de la bordure intérieure du delta Nanaïmo, entre la rivière Nanaïmo et le ruisseau Haslam; ouest du chemin de fer des charbonnages Extension.



qu'elle atteigne 150 pieds. L'épaisseur moyenne des étendues indiquées sur la carte est de 15 à 25 pieds.

Le drift Vashon est composé d'un mélange non-assorti de sables jaunes grossiers, de graviers et d'argiles, contenant de nombreux cailloux et blocs, sub-angulaires à arrondis, rayés par la glace, et disséminés irrégulièrement. Parfois, les sables, qui prédominent de beaucoup, semblent être grossièrement stratifiés. Près de la surface, le drift est généralement oxydé à une couleur brun-foncé, et il passe, au sommet, à un sol sableux graveleux qui le recouvre.

### *Sables et graviers de Colwood*

Dans la partie médiane du sud de la feuille, on observe un épais dépôt de sables et de graviers, qui borde la rivière Nanaïmo, entre la marge ouest de la carte et la ligne du chemin de fer Esquimalt et Nanaïmo, et qui s'étend vers le sud jusqu'à la limite sud de la feuille, près de Ladysmith. Ce dépôt constitue une plaine à terrasses, larges de six milles à sa partie extérieure, retrécissant à quelques centaines de pieds à trois milles plus haut le long de la rivière Nanaïmo, (voir pl. XA). Sur une distance additionnelle de trois milles, les sables et les graviers ne forment guère que des terrasses bordant la rivière. Le long de la marge ouest de la partie large du dépôt, la plaine découpée en terrasse atteint une altitude de 400 pieds. De ce point elle dévale vers l'est jusqu'au niveau de la mer par une série de larges terrasses, dont les hauteurs varient entre 10 et 50 pieds. Près de la bordure intérieure ouest de la large partie de la plaine, et au sud de la rivière Nanaïmo, on observe un grand nombre de kames et de marmites bien développées. Les plus importantes de ces marmites, provenant de la fonte de blocs de glace emprisonnés durant le recul du front du glacier, ont des diamètres de 100 à 800 pieds et des profondeurs de 10 à 80 pieds.

Les dépôts consistent surtout en sables jaunes, grossiers, et en graviers assez bien roulés, composés de cailloux non-décomposés des roches granitiques sous-jacentes. Il y a quelques lits d'argile sableuse, jaune à gris bleu, intercalés dans les sables et les graviers, mais ces argiles sont rarement plastiques ou onctueuses. Les couches superficielles des terrasses sont géné-

ralement composées de graviers grossiers, à stratification horizontale, et sont parsemées de quelques blocs qui atteignent 2 et 3 pieds de diamètre. Ces graviers grossiers, dont l'épaisseur varie de 5 à 15 pieds, surmontent les lits de gravier plus fin et de sables grossiers, à stratification fortement inclinée, généralement de 15 à 30 degrés vers l'est. Donc une coupe de presque toutes ces terrasses montre ce qui semble être un dépôt typique de delta, de couches horizontales grossières, reposant sur des couches de matériaux plus fins à stratification fortement oblique. (Voir pl. XIA). Cependant, cette pseudo structure de delta provient probablement du fait que les sables et gravier à stratification inclinée, qui constituent la plus grande partie du dépôt, furent tronqués par le cours d'eau qui découpait les terrasses, et qui redéposa son charriage sur les lits tronqués, en couches horizontales de graviers stratifiés.

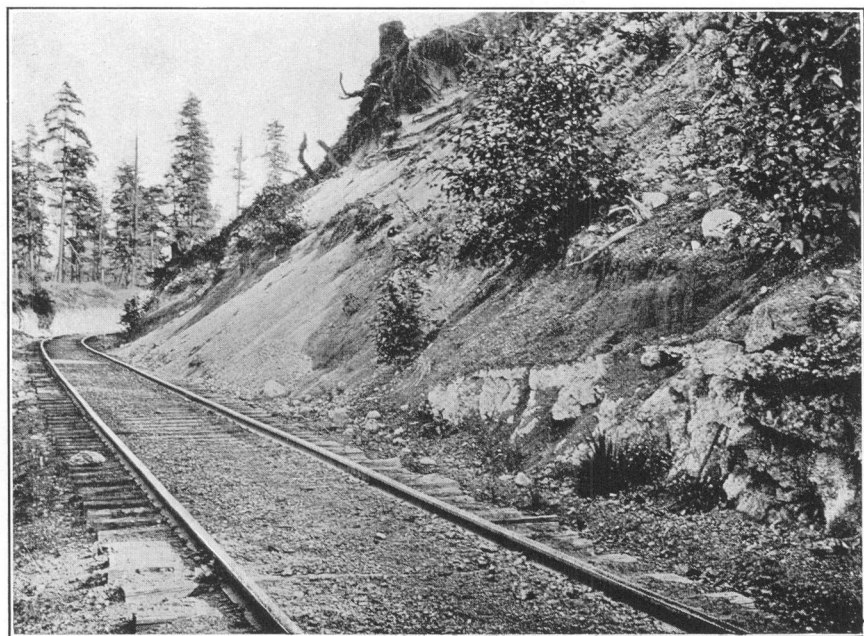
Les sables et les graviers Colwood surmontent les dépôts interglaciaires, et probablement aussi le drift Vashon, car la surface de ce dernier plonge sous les surfaces planes des sables et graviers Colwood, et du reste en d'autres parties de l'île de Vancouver, on a relevé ces sables et graviers reposant directement sur le drift Vashon. Sauf dans les trous de marmites (*kettle holes*) et dans quelques bassins peu profonds, les sables et graviers de Colwood ne sont recouverts par aucun dépôt plus récent, et le sol lui-même qu'ils supportent est mince. L'épaisseur des dépôts de Colwood est au moins de 100 pieds, et il est possible que l'épaisseur maximum atteigne 200 et même 250 pieds.

### *Détritus rocheux*

En couverture des surfaces rocheuses des îles Gabriola, Newcastle et Protection, on observe un mince manteau qui consiste largement de fragments anguleux des roches sous-jacentes, surtout des grès Gabriola et Protection, mêlés d'une proportion plus ou moins grande de till glaciaire, et même parfois de matériaux des dépôts interglaciaires. Ce manteau de détritits rocheux, que nous avons rapporté comme tel sur la carte, semble résulter de la désintégration post-glaciaire des grès sous-jacents par des actions mécaniques. Nous avons observé des



A



B

- A. Sablière, chemin de fer des charbonnages Extension, sud de la rivière Nanaïmo, dans les sables et graviers Colwood du delta Nanaïmo; pseudo-structure de delta. Les couches à stratification oblique ont été tronquées et les matériaux redéposés contemporanément en couches horizontales.
- B. Coupe d'une terrasse du delta de Nanaïmo, chemin de fer Extension, au sud de la rivière Nanaïmo; les sables et les graviers Colson ne peuvent être érodés ou sous cavés à cause du conglomérat Extension sous-jacent.



débris analogues à la base de certains escarpements de grès de l'île de Vancouver, et, à la base du flanc raide nord-est du mont Hayes il s'est accumulé un talus grossier de fragments de granodiorite et de diorite. Lorsque ces dépôts en talus sont importants, nous les avons indiqués sur la carte comme détritux rocheux.

### *Alluvions de marécages, de vallées et de delta*

Dans les dépressions sans issues du manteau de drift, et le long des vallées mal égouttées dans les dépôts superficiels, ou dans les vallées creusées dans les roches, particulièrement les vallées orientées N.W.-S.E., qui ont été élargies et surcreusées par l'érosion glaciaire et en partie indiquées par des dépôts de drift, on observe des dépôts boueux charbonneux, et de limons siliceux à grain fin. Ils sont certainement de formation post-glaciaire ou récente, dans des cours d'eau paresseux, ou dans les eaux immobiles de petits lacs et d'étangs, dont quelques-uns n'ont été qu'en partie remplis, et sont maintenant des marécages, tandis que d'autres ont été comblés, ou encore égouttés artificiellement. De plus, à l'embouchure de la rivière Nanaïmo, un large delta de matériaux analogues comble rapidement la vallée noyée qui se trouve entre Nanaïmo et la pointe Jack, (voir pl. II). Il se forme aussi un dépôt de delta identique mais beaucoup plus petit à la tête du havre de Ladysmith, (Oyster).

### *Alluvions de grève*

Ainsi que nous l'avons mentionné en décrivant les appareils littoraux, une partie du sable et des graviers des dépôts de drift qui ont retrogradé ou reculé dans le cours du cycle marin actuel, constitue maintenant des étroites plages entre les promontoires rocheux et en quelques endroits, il s'est formé des barres de sables et des barrières de grève.

## STRUCTURE

Nous avons déjà donné l'ordre ou la séquence des divers dépôts superficiels, ainsi que leur structure générale, mais nous présentons ici un bref résumé de cette structure. Tous les



dépôts reposent essentiellement horizontalement. Il existe dans ces dépôts quatre discordances nettement marquées, entre le till Admiralty et les dépôts interglaciaires Puyallup, ou le drift Vashon; entre les dépôts Puyallup et le drift Vashon; entre les dépôts Puyallup ou le drift Vashon et les sables et graviers Colwood; et finalement entre les dépôts glaciaires et l'alluvion post-glaciaire. En outre, il existe un grand nombre de discordances locales causées par la stratification oblique, par l'érosion contemporaine, et la sédimentation en découlant.

#### GLACIOLOGIE, ET MODE D'ORIGINE DES DÉPÔTS SUPERFICIELS

D'après les caractéristiques des dépôts superficiels, on voit qu'ils sont en grande partie composée de détritiques et de débris glaciaires, et leur origine est donc si intimement reliée à la géologie glaciaire de la feuille de Nanaïmo que les deux sujets sont traités ensemble. D'après la large distribution du till glaciaire sur le plateau élevé de l'île de Vancouver, et les marques qu'une action glaciaire énergique y a laissées, comme, par exemple, les montagnes arrondies hautes de 5,000 pieds, on conclut qu'à une époque de la période glaciaire, l'île de Vancouver était couverte par une épaisse calotte de glace. Des glaciers de vallée comblaient les plus grandes vallées, et ceux qui coulaient de l'est, provenant du flanc est de la chaîne de Vancouver, se réunissaient aux glaciers, plus volumineux et plus nombreux, qui coulaient vers l'ouest, des chaînes de la terre ferme, pour former un immense glacier qui occupait la grande auge entre la chaîne Vancouver et les chaînes de la terre ferme. La partie de ce glacier qui coulait vers le sud ou le sud-est, appelée par Dawson,<sup>1</sup> le glacier du détroit de Géorgie, recouvrit la partie orientale des terres basses de la feuille de Nanaïmo, enleva virtuellement tous les dépôts de sol, et polit et arrondit les aspérités de la surface rocheuse pré-glaciaire.

Les roches de l'étendue de la carte de Nanaïmo ne furent pas seulement rabotées, mais aussi cannelées et striées, et les couches moins épaisses furent usées en roches moutonnées, avec leur

<sup>1</sup> Dawson, G. M., Comptes-rendus de la Soc. Roy. du Can., Vol. VIII, 1890, Sec. 4.

grand axe orienté dans la direction générale du mouvement de la glace, avec leur extrémité allongée, ou l'avant, pointant dans la direction d'où venaient les glaciers. Les marques superficielles des effets des glaces ne sont pas très distinctes sur les roches de la série de Nanaïmo, sauf où les roches étaient protégées contre l'érosion et la désagrégation, par un manteau superficiel. On peut relever ces marques sur les roches récemment mises à découvert. L'abrasion causée par le glacier, ou plutôt par les glaciers, car il semble probable que les glaciers de vallées coulant vers l'est et alimentés par la calotte de glace de l'intérieur de l'île de Vancouver, se mêlèrent au glacier du détroit de Georgie, n'a pas été très énergique. En général, les glaciers arrondirent seulement les arêtes de roches sédimentaires, et façonnèrent les affleurements de roches cristallines en mamelons ronds. Cependant, en quelques endroits, les effets des glaces furent plus intenses et des flancs tout entiers de vallées furent rabotés, les fonds de vallées furent creusés, et les irrégularités causées par l'érosion normale furent complètement oblitérées. On observe des exemples de ce type d'érosion glaciaire dans le chenal Northumberland, le havre Ladysmith (Oyster), et sur le flanc est du Mont Benson on voit deux petits lacs, dont le volume a été augmenté par des barrages artificiels, qui occupent une vallée, localement surcreusée. La crête est-ouest des roches cristallines au nord de la baie Departure, qui ressort bien sur la carte topographique, est intéressante en ce qu'elle montre les deux types d'action glaciaire, le plus et le moins intenses. Le flanc nord de cette crête est abrupt, mais presque lisse, et la partie inférieure est en grande partie couverte d'un manteau superficiel, tandis que le flanc sud est caractérisé par un grand nombre de mamelons arrondis hauts de 50 à 100 pieds. L'action glaciaire plus avancée du flanc nord a été probablement causée par un glacier coulant vers l'est par la vallée du fjord Nanoose, et prenant sa source dans la chaîne de Vancouver.

La direction générale du mouvement du glacier du détroit de Géorgie, en passant sur les terres basses de l'étendue de la carte de Nanaïmo, était de S. 55° W. environ, parallèle à la direction de la dépression entre la chaîne de Vancouver et les chaînes de la terre ferme. Dans la partie est des terres basses,

le long de la dépression, le mouvement du glacier semble avoir très peu dévié de la direction générale. Mais, dans les parties plus élevées, dans l'ouest de la carte, plus particulièrement près des crêtes est-ouest composées de roches cristallines dans les parties nord et sud de la carte, la topographie et le mouvement vers l'est des glaciers dévalent de la chaîne de Vancouver, affectèrent fortement la direction glaciaire, qui est ici plus notablement est et ouest, soit en moyenne S. 70°E.

Le seul dépôt de toute la carte de Nanaïmo, qui fut certainement formé durant cette période glaciaire, est le "till" Admiralty. Son étendue primitive était sans doute beaucoup plus grande qu'à présent, et il est probable qu'il fournit une grande partie des matériaux des dépôts interglaciaires Puyallup, et ainsi que nous l'avons mentionné, il se trouve probablement dans les parties élevées de l'ouest de la carte, mêlé au drift Vashon. Ce till fut déposé directement par la glace, mais cependant, une partie semble avoir été déposée dans l'eau, probablement au-dessous du niveau de la mer, car il est stratifié et directement recouvert par les dépôts marins interglaciaires.

Lorsque les glaciers de l'époque Admiralty retraits, la surface était au moins de 70 pieds plus basse qu'à présent, et on peut présumer jusqu'à 400 pieds, car on trouve des fossiles marins dans les dépôts interglaciaires, à une hauteur de 70 pieds, et des dépôts analogues à ceux qui sont fossilifères, à des altitudes de 300 à 400 pieds. Donc les terres basses préglaciaires devaient être submergées au-dessous du niveau de la mer, formant des estuaires. Dans ces estuaires, la partie inférieure des dépôts Puyallup fut formée en eau calme et à température modérée, ainsi que l'indiquent les restes de vies végétale et animale. Mais les glaciers n'étaient pas complètement disparus de la région, car les cailloux distribués irrégulièrement et les gros blocs erratiques furent certainement amenés par des glaces flottantes. Au cours des derniers stades de l'époque interglaciaire, lorsque les sables et graviers supérieurs furent déposés, les eaux étaient moins profondes, ou les cours d'eau, sortant du front du glacier, lequel avançait peut-être en ce temps là, étaient beaucoup plus chargés de détritits grossier.

L'époque interglaciaire se termina par une seconde avance de la glace, l'époque glaciaire Vashon. Le drift Vashon fut alors déposé, en grande partie par la glace seule, mais comme il est parfois grossièrement stratifié, il fut en partie déposé sous l'eau, par des cours d'eau soit coulant sous le glacier, soit issus de son front. Les effets de l'action glaciaire Vashon furent moins intenses que ceux des glaces Admiralty, car les glaciers Vashon n'attaquèrent qu'une partie des dépôts glaciaires précédents.

De l'absence de moraines bien marquées de drift Vashon, on peut conclure que le recul des glaciers fut relativement rapide.<sup>1</sup> Cependant, les sables et graviers Colwood furent apparemment déposés par des cours d'eau fortement chargés, sortant des glaciers de vallées qui occupaient les vallées de la rivière Nanaïmo et du ruisseau Haslam. Donc, c'est un dépôt de delta, ainsi que l'indique du reste sa stratification inclinée, et nous l'appellons le delta Nanaïmo. Ce delta fut formé près du front du glacier durant le recul, ainsi que le prouve la présence de marmites (*kettle holes*) et de kames près de sa bordure. Il se peut que le delta Nanaïmo ait été déposé dans un lac, barré par le glacier du détroit de Géorgie, car il semble que la glace recouvrait les îles durant la formation des dépôts de delta, ces îles ne possédant que des débris de roches. Mais comme nous savons positivement, par la présence de fossiles marins à des altitudes de 400 pieds dans des dépôts surmontant le drift Vashon à cet endroit, sur l'île Texada, et près de Vancouver,<sup>2</sup> qu'il y a eu un exhaussement de 400 pieds, et que c'est là l'altitude actuelle des dépôts de delta Nanaïmo, il est très probable que ces dépôts furent formés en eau salée. Depuis l'exhaussement, le delta a été découpé en terrasses par les cours d'eau révivifiés qui le traversent.

Nous avons suffisamment déjà indiqué l'origine des dépôts post-glaciaires.

#### AGE ET CORRÉLATION

Il n'existe guère de doute quant à l'âge, d'une manière générale, des dépôts superficiels. Le till Admiralty et le drift

<sup>1</sup> Dawson, G. M., Soc. Roy. du Can. Vol. VIII, 1890, Sec. 4, p. 45.

<sup>2</sup> D'après communications personnelles de R. G. McConnell et Charles Camsell.

Vashon furent certainement déposés au cours de deux époques d'action glaciaire, séparées par l'époque interglaciaire Puyallup, durant laquelle furent déposés les argiles, les sables et les graviers Puyallup, en partie d'origine marine. Au sein de ces couches interglaciaires, on trouve les fossiles pléistocènes suivants, qui sont aussi présents dans les dépôts interglaciaires des étendues embrassées par les cartes de Victoria et de Saanich:<sup>1</sup>

*Saxicava rugosa.*

*Mya truncata.*

*Leda fossa.*

Les sables et graviers du delta de Nanaïno furent certainement formés durant le recul des glaciers de Vashon, probablement au cours de la transition entre le Pléistocène et l'époque récente, et on peut donc les relier aux sables et graviers Colwood de la feuille de Victoria.<sup>2</sup> Durant l'époque récente, les alluvions de marécages, de vallées, de delta et de littoral, furent déposées, et les surfaces des roches rabotées par l'action glaciaire ont été désintégrées en détritiques et débris rocheux.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, on peut établir la corrélation des deux périodes glaciaires de l'étendue de la carte de Nanaïmo, avec les deux périodes analogues dont on a reconnu les traces en d'autres endroits de littoral nord-pacifique, et désignées sous les noms des époques Admiralty et Vashon respectivement. Les caractéristiques des dépôts superficiels de la carte-feuille de Nanaïmo s'accordent avec celles des dépôts des feuilles de Victoria et de Saanich,<sup>3</sup> et ces derniers sont reliés d'une manière certaine aux dépôts du quadrangle de Tacoma.<sup>4</sup> On a établi la corrélation de l'époque Vashon<sup>5</sup> avec la dernière période glaciaire de la partie centrale et orientale de l'Amérique du Nord, la période Wisconsin. Dans la région de Puget Sound, le till Admiralty et les dépôts interglaciaires Puyallup sont fréquemment décomposés ou affectés par l'action atmosphérique, ce qui suggère qu'ils y étaient exposés longtemps avant

<sup>1</sup> Dawson, G. M., Quart. Jour. Geol. Soc. Vol. XXXVII, 1881, p. 279.

<sup>2</sup> Mémoire n° 36, Com. Géol. du Can., 1914.

<sup>3</sup> Voir Mémoire n° 36, Com. Géol. du Can., 1914.

<sup>4</sup> Willis, B. et Smith, O. G., Feuille de Tacoma n° 54, Service Géologique des États-Unis, 1899.

<sup>5</sup> Dawson, G. M., Soc. Roy. du Can., Vol. VIII, 1894, sec. 4.

la période glaciaire Vashon. Mais dans la région de la feuille de Nanaïmo, comme dans celles des cartes de Victoria et Saanich, le till et les dépôts interglaciaires n'ont pas été affectés. Il a dû cependant s'écouler un long intervalle entre les périodes Vashon et Admiralty, mais la période Admiralty ne peut être reliée, avec certitude, à l'une ou à l'autre des périodes glaciaires ante-Wisconsin du Nord-Amérique central et oriental.

### *GÉOLOGIE HISTORIQUE*

Durant les temps mésozoïques inférieurs (Triasique et Jurassique), la partie sud de l'île de Vancouver était soumise à un volcanisme intense, probablement sous-marin, qui donna lieu aux roches volcaniques basiques de Vancouver. Durant l'accumulation des roches volcaniques, il survint un changement de conditions qui causa la formation des sédiments à grain fin de la série de Sicker. Vers la fin de la période mésozoïque inférieure, les roches volcaniques et sédimentaires qui constituent le groupe de Vancouver furent bouleversées, l'axe principal de déformation correspondant à l'orientation de l'île. Durant cette période de déformation et immédiatement après, des batholithes et des cheminées de roches granitiques envahirent et pénétrèrent les roches refoulées du groupe de Vancouver, en les métamorphisant d'une manière intense. La principale roche intrusive fut la granodiotire de Saanich qui recoupe aussi une diorite-gabbroïde; cette dernière semble être une différenciation marginale du magma de la granodiorite de Saanich. Au cours de cette même période générale, quoiqu'il reste indéterminé si ce fut avant ou après la venue granodioritique de Saanich, la porphyrite gabbroïde de Sicker pénétra dans les roches de la série de Sicker.

Les roches granitiques furent subséquemment mises à découvert par érosion, probablement durant le cycle qui débuta à la période de déformation, et la série de Nanaïmo, composée de couches de sédiments fragmentaires, fut déposée au cours de la période crétacée supérieure, sur la surface d'érosion à relief modéré des roches granitiques du groupe de Vancouver. Les sédiments furent principalement dérivés des roches granitiques et métamorphiques sous-jacentes, et furent déposés

dans un bassin marin entre l'île de Vancouver et la terre ferme, lequel bassin, résultant probablement de la déformation, fut déprimé à une époque aussi ancienne que le plissement jurassique supérieur. Le dépôt de ces couches eut lieu sous des conditions variées et il est probable que des conditions marines (estuarines) alternèrent avec des conditions d'eau douce et saumâtre. Vers la fin de leur formation, les dépôts de sédiments de la région de la feuille de Nanaïmo avaient une puissance moyenne de 6,760 pieds, tandis qu'à cette époque ils occupaient toute l'étendue de la carte, même les sommets des hauteurs résiduelles de la surface irrégulière sur laquelle ils reposent.

Durant la formation des dépôts de la série de Nanaïmo, des mouvements locaux eurent lieu, et vers la fin de la sédimentation, au début de la période éocène, la série fut probablement exhaussée sans grande déformation. Plus au sud, des actions volcaniques et de sédimentation régnèrent durant l'Eocène, et à la clôture de cette période, les roches volcaniques et sédimentaires, ainsi que les assises de la série de Nanaïmo, subirent des flexions intenses et des fractures, dont l'axe principal de déformation avait une orientation N. 70° W. Il est probable que les refoulements qui causèrent ces accidents venaient du nord-est, et que leur point d'origine était sous le bassin entre l'île de Vancouver et la terre ferme, en partie rempli par les sédiments crétacés supérieurs et éocènes.

Avec cette déformation post-éocène débuta un nouveau cycle d'érosion, appelé le cycle tertiaire, quoique la plus grande partie eut lieu durant la période miocène. Au cours de ce cycle tertiaire, toutes les roches de la carte furent largement rabotées. Après la clôture du cycle tertiaire, un nouveau cycle, le pré-glaciaire, débuta après un exhaussement qui eut lieu durant le Pliocène ou au commencement de la période pléistocène.<sup>1</sup> Durant le cycle pré-glaciaire, la surface surélevée fut entièrement érodée et la région réduite à l'état des terres basses. La couverture de roches sédimentaires fut enlevée des parties proé-

<sup>1</sup> La sédimentation ayant cessé brusquement à la fin du Miocène dans cette région, nous sommes porté à croire que l'exhaussement eut lieu au début du Pliocène. (voir Ralph Arnold, *Journal of Geol.*, Vol. 7, 1909, pages 528-531); mais d'autres géologues, d'après des observations relevées à l'intérieur, placent le mouvement à la fin du Pliocène ou au début du Pléistocène.

minentes des roches cristallines, mettant à découvert les anciens restes de la surface d'érosion ante-crétacée supérieure, lesquels forment maintenant des crêtes surhaussées en apophyses du plateau situé à l'ouest de notre carte; les crêtes et le plateau dominant âprement les terres basses de roches sédimentaires. Les roches sédimentaires ne furent pas réduites à un niveau de base, mais les roches résistantes qui demeurent en formes de cuestas hautes de 700 pieds et longues de 3 à 4 milles, dominant des vallées qui furent découpées subséquemment dans les roches plus tendres des bas-niveaux.

Le cycle pré-glaciaire se termina par le début de la période glaciaire, au cours de laquelle l'étendue de la carte subit à deux reprises les effets des glaciers. Durant la première période d'activité glaciaire, l'Admiralty, le glacier du détroit de Géorgie, coulant vers le sud, se mêla aux glaciers coulant vers l'est, dont la source était dans le plateau élevé de l'île de Vancouver, et il couvrit l'étendue de la feuille de Nanaïmo avant de l'éroder. Soit avant le début de la seconde période, ou immédiatement avant le recul des glaciers antérieurs, la région fut déprimée, une partie fut abaissée au-dessous du niveau de la mer, et la section orientale subit la dépression la plus marquée. Donc, durant l'époque interglaciaire Puyallup, les terres basses pré-glaciaires furent recouvertes par des dépôts marins et de delta, en grande partie composés de débris glaciaires. Durant la période glaciaire subséquente, qui fut moins intense, la période Vashon, les dépôts interglaciaires furent en partie érodés par des plus petits glaciers, dont le retrait rapide couvrit partiellement ces dépôts d'une couche de drift, et d'un grand dépôt de delta, le delta Nanaïmo, composé de sables et graviers Colwood, qui se formèrent aux fronts de deux glaciers en retraite, lesquels occupaient des vallées coulant vers l'est, débutant au plateau élevé intérieur.

Il est fort probable que peu après le recul des derniers glaciers, le présent cycle débuta par un exhaussement de 400 pieds. Cet exhaussement éleva les dépôts glaciaires au-dessus du niveau de la mer et ils furent decoupés en terrasses par les cours d'eau transversaux revivifiés par ce mouvement. Ces rivières revivifiées se creusèrent aussi d'étroits canyons dans les



roches sédimentaires sous-jacentes. Ce mouvement d'élévation ne fut pas suffisant dans la partie est de la carte pour compenser la dépression antérieure, de sorte que les vallées subséquentes y sont encore en-dessous du niveau de la mer, tandis que les crêtes de roches résistantes constituent des îles et des pointes. Durant le cours du cycle marin actuel, les dépôts glaciaires surélevés ont retrogradé par places et présentent des escarpements abrupts, mais en général, les lignes de rivage des roches plus résistantes ont conservé les irrégularités primitives de la surface noyée.

## CHAPITRE V

## GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Les ressources minières de la feuille de Nanaïmo consistent principalement en gisements houillers qui sont exploités depuis 1852. Depuis son début, cette industrie s'est développée d'une manière continue et elle a encore devant elle un brillant avenir. Les autres ressources minérales comprennent les pierres de construction, les sables et graviers, les schistes argileux et les argiles d'alluvion. On a aussi fait des travaux de prospection sur les calcaires impurs (calcarénites de la baie Departure, et les zones disloquées des roches cristallines, veinées de filons minéralisés.

## CHARBONS

## DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le bassin houiller de Nanaïmo est situé dans l'angle nord-ouest de l'étendue, et à l'exception d'une petite partie dans les environs de Wellington, il se trouve entièrement compris dans la feuille de Nanaïmo; toutes les houillères actuellement en exploitation se trouvent dans les limites de la carte. L'étendue productive n'embrasse que 65 milles carrés environ, mais les terrains contenant des couches exploitables ont une superficie quelque peu plus grande. Le charbon est principalement contenu dans les assises inférieures de la série de Nanaïmo, en trois couches ou veines, la couche Wellington, la Newcastle et la Douglas. La couche inférieure, la Wellington, est à la base de la formation Extension, et repose sur le grès East Wellington, soit à 700 pieds environ au-dessus de la base de la série de Nanaïmo. La veine Newcastle est à la base de la formation Newcastle, à 800 ou 1,000 pieds au-dessus de la couche Wellington. La couche Douglas se trouve aussi au sein des assises Newcastle et est séparée de la couche Newcastle par 25 à 100 pieds de morts-

terrains. Ainsi que nous l'avons déjà dit,<sup>1</sup> les assises ne sont que modérément dérangées, et ont une structure générale monoclinale, à plongement plus raide vers le nord-est. Il y a cependant quelques larges plis ouverts, et plusieurs petits. Quelques failles mineures traversent les assises, et dans la partie sud-ouest du bassin, au moins deux failles inverses longitudinales, et peut-être quatre, avec des rejets de 100 à 500 pieds, affectent la couche seule de Wellington.

Les trois couches de charbon ont une continuité remarquable si l'on tient compte du caractère variable des couches associées, mais l'épaisseur et la qualité en sont peu stables. Parfois, on observe un changement de 2 à 3 pieds de houille impure, disloquée et à surfaces de glissements, à 30 pieds de beau charbon brillant sur une distance latérale de 100 pieds. Il semble que cette variation soit due à un plissement ou pincement de couches de houille impure ou schisteuse, alors que le charbon était à l'état plastique ou pâteux, lui permettant de couler des endroits où s'exerçait une pression verticale, et de s'amasser sur les flancs des flexures où il y avait une diminution de pression correspondante. Il y a aussi des étendues dans les couches, provenant d'engorgements de sables et de boues, ou autres causes analogues. Quelques petites failles affectent les couches de charbon, quoiqu'elles causent rarement une rupture, la houille ayant cédé le long du plan ou de la zone de la dislocation. Il est rare que les veines aient été affectées par des flexures ou des rides sans subir une variation appréciable d'épaisseur.

Les charbons des diverses veines se ressemblent beaucoup, et ont tous une teneur élevée en matières volatiles. La proportion de carbone fixe des bonnes qualités varie entre 45 et 60 pour cent, et la teneur en cendres de 5 à 10 pour cent. La houille, surtout celle de la veine Wellington, s'agglutine facilement et produit du bon coke. Nous donnons ci-dessous les analyses que nous avons pu réunir, des charbons du bassin de Nanaïmo.

---

<sup>1</sup> Géologie structurale de la série de Nanaïmo.

## Analyses de Charbons du bassin de Nanaimo.

Analyse Commerciale	WELLINGTON			NEW-CASTLE	DOUGLAS	
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6
Humidité.....	1.65	1.16	1.1	1.9	1.6	1.54
Mat. Vol. Comb.....	43.25	40.47	39.3	39.4	39.7	33.30
Carb. fixe.....	45.52	50.04	49.2	45.7	47.7	56.23
Cendres.....	9.24	7.80	10.0	11.7	10.1	8.44
Soufre.....	1.24	0.53	0.4	1.3	0.9	0.49
	100.00	100.00	100.0	100.0	100.00	100.00
Coke.....	55.38	58.11	67.5	57.4	57.8	64.91
Nature du Coke.....	Ferme, co-herent	Ferme, co-herent	Coke industriel	Agglomérat non-utilis.	Agglomérat plus ou moins utilisable	Ferme, co-herent
Proport. carb. fixe, Mat. vol. comb.....	1.05	1.23	1.25	1.16	1.20	1.69
<i>Analyse complète</i>						
Carbone.....	72.80	75.53	72.1	67.7	71.0	74.46
Hydrogène.....	5.17	5.13	4.7	4.7	4.9	5.42
Nitrogène.....	0.88	1.19	1.2	1.2	1.2	1.37
Oxygène.....	10.67	9.82	11.6	13.4	11.9	9.82
Soufre.....	1.24	0.53	0.4	1.3	0.9	0.49
Cendre.....	9.24	7.80	10.0	11.7	10.1	8.44
	100.00	100.00	100.0	100.0	100.0	100.00
Proport. carb.-hydrog. Calories (Charbon séché).....	14.1	14.7	15.3	14.5	14.5	13.7
B.Th.U. (charbon séché).....	.....	.....	7,310	6,930	7,130	.....
Calories (calculées d'après analyse)....	7.30	7.450	6,980	6,530	6,930	7,470

- N° 1. Charbon "tout-venant," East Wellington, Mine n° 1. Vancouver Nanaimo Coal Mining Co. Echantillon pris par C. H. Clapp, analysé par F. G. Wait.
- N° 2. Charbon "tout-venant," Mines n° 1, 2, 3, Extension, Canadian Collieries Company. Echantillon pris par C. H. Clapp, analysé par F. G. Wait.
- N° 3. Echantillon de charbon commercial, passé au crible 1½" et épierré. Mine Extension. Wellington Collieries Co. (Canadian Collieries Co.). Edgar Stansfield, Département des Mines. "Les Charbons du Canada," Vol. II, Tableau LXVIII. Calculé sur une base de séchage à l'air.
- N° 4. Echantillon commercial, passé au crible de 2" et épierré. Mine No. 1, Western Fuel Co. Galerie du Nord, couche inférieure. Edgar Stansfield, "Les Charbons du Canada." Vol. II, Tableau LXVIII.
- N° 5. Echantillon commercial, passé au crible de 2", et épierré. Mine n° 1, Western Fuel Co., Couche supérieure, côté sud. Edgar Stansfield. "Les Charbons du Canada." Vol. II, Tableau LXVIII.
- N° 6. Charbon "tout-venant." Mine South Wellington, Pacific Coast Coal Mines. Echantillon pris par C. H. Clapp, analysé par F. G. Wait.

Les analyses commerciales qui suivent, sont reproduites du tableau de Dowling, dans son travail, publication No. 1035, Com. Géol. du Can. 1909.

*Analyses commerciales de charbons du bassin de Nanaïmo*

	Humidité	Mat. volat. comb.	Carbone fixe	Cendres	Soufre	Prop. Carb. f.-Mat. vol. comb.	Pouvoir cal. Unités angl.
<b>Charbon Wellington</b>							
(1) Mine Wellington.....	2.75	38.03	52.64	6.58	.....	1.38	12,567
(2) Mine Wellington.....	8.57	25.30	56.40	9.52	0.21	2.22	.....
(3) Mine Wellington.....	4.14	36.85	46.16	12.85	0.56	1.25	.....
(4) Mine Harewood.....	1.58	33.84	52.17	11.85	0.56	1.53	12,238
(5) Houillères Extension.....	1.44	31.40	46.18	20.65	0.33	1.47	11,401
(6) Houillères Extension.....	1.52	35.27	57.04	5.85	0.32	1.61	13,416
(7) Houillères Extension.....	1.24	36.49	53.72	8.20	0.35	1.47	13,261
(8) Houillères Extension.....	1.28	35.26	55.83	7.30	0.33	1.58	13,199
<b>Charbon Newcastle</b>							
(9) Houillère Nanaïmo, Puits n° 1.....	2.86	35.84	54.79	5.5	1.01	1.53	12,951
<b>Charbon Douglas</b>							
(1) Ile Newcastle.....	1.57	38.14	50.84	8.63	0.82	1.33	.....
(4) Houillère Nanaïmo, Puits n° 1.....	1.88	33.27	54.67	9.40	0.70	1.64	12,672
(5) Houillère Southfield, Puits n° 5.....	2.08	35.78	56.26	5.60	0.28	1.57	13,261
(6) Houillère Southfield, Puits n° 5.....	2.06	34.07	56.94	6.67	0.25	1.67	.....

Références:

- (1) Rapports Com. Géol. du Canada.
- (2) Rapport sur la valeur de divers combustibles en usage sur les vaisseaux des Etats-Unis, 1893-95. Bureau of Equipment, Washington, 1895.
- (3) Rapport sur la valeur de divers combustibles en usage sur les vaisseaux des Etats-Unis, 1896-98. Bureau of Equipment, Washington, 1899.
- (4) Rapport du Ministre des Mines, Col. Brit., 1902.

Dans la partie nord-ouest extrême du bassin, une petite couche d'une épaisseur moyenne de deux pieds, appelée "Little Wellington," surmonte localement la couche Wellington à une distance verticale de 20 à 60 pieds. On l'exploitait aux anciens charbonnages Wellington, qui se trouvent dans l'étendue de la feuille de la carte, par le puits No. 1, et on rapporte l'avoir aussi exploitée à l'ancienne mine East Wellington, aussi dans les limites de notre feuille. Près de la rivière Nanaïmo, au sud d'Extension, une autre couche mince se trouve à 80 ou 100 pieds

au-dessus de la couche Wellington. Cette couche, mise à découvert au puits de fouille "Jack," sur la rive nord de la rivière Nanaïmo, à trois-quarts de mille en amont du pont du chemin de fer des charbonnages d'Extension, a une épaisseur de 10 pieds, et consiste en un schiste charbonneux, avec amas lenticulaires de charbon impur, et constitue une intercalation dans les conglomérats et les grès Extension. A mille pieds à l'est, ce qui semble être la même couche affleure, et consiste en trois pieds de houille schisteuse, avec des entrebandes de grès et de conglomérat. Il y a encore un autre petit filon, d'une épaisseur maximum de deux à trois pieds au sein de la formation Extension, à 200 ou 250 pieds au-dessus de la couche Wellington. On l'a rencontré dans plusieurs forages aux environs d'Extension, et à moins d'un demi-mille au nord-est d'Extension, près de l'ancienne voie du chemin de fer, on trouve un petit puits de prospection sur ce qui semble être un affleurement de cette même couche. C'est un schiste charbonneux, contenant des lentilles de charbon impur.

En outre des petites couches que l'on trouve au sein des assises Extension, il existe de nombreux amas lenticulaires charbonneux au sein des formations Protection, Cedar District et De Courcy. La plupart de ces amas lenticulaires n'ont que quelques pouces d'épaisseur, mais quelques-uns atteignent de 2 à 4 pieds. On y a fait des travaux de fouille, mais en tant que nous avons pu nous en assurer, aucun n'a de développement latéral dépassant quelques pieds, et ils n'ont aucune valeur industrielle.

On a exploité la veine Wellington à Wellington, à East Wellington, Harewood Plains et Extension. Actuellement la Vancouver-Nanaimo Coal Mining Company à East Wellington, et la Canadian Collieries (Dunsmuir) Company, près d'Extension, ont des charbonnages sur cette veine. Généralement, on exploite ensemble les couches Newcastle et Douglas, et il y a des mines importantes dans les environs de Nanaïmo, exploitées par la Western Fuel Company. Il y a eu aussi une extraction considérable de la veine Douglas au sud de Nanaïmo, notamment à Chase River, Southfield et South Wellington. Il n'y a actuellement qu'une seule houillère en opération dans ce district, la

mine South Wellington exploitée par la Pacific Coast Collieries. Tout récemment, on a foncé deux puits jusqu'à la couche Douglas, l'un à la mine Reserve de la Western Fuel Company sur le territoire de la réserve des Sauvages, près de l'embouchure de la rivière Nanaïmo, profond de 1,064 pieds, et l'autre à la mine Morden, de la Pacific Coast Collieries entre South Wellington et la rivière Nanaïmo, profond de 610 pieds.

La mise en valeur du bassin houiller de Nanaïmo commença en 1852, et avant la fin de 1853, on avait extrait environ 2,000 tonnes. Depuis cette époque, les chiffres de production ont accusé une croissance continue quoique variable. En 1875, le chiffre annuel de production dépassa pour la première fois 100,000 tonnes, et en 1900, il dépassait 1,000,000 de tonnes. Le chiffre le plus élevé fut celui de 1911, soit 1,184,719 tonnes, représentant une valeur de plus de \$4,000,000. Ceci représente plus du tiers de la production totale de la Colombie Britannique, qui, depuis quelques années, atteint une moyenne de 3,000,000 de tonnes, quoiqu'elle resta au-dessous de ce chiffre en 1911 à cause de différends ouvriers dans le district de Kootenay Est. La production globale du bassin à la date du 31 décembre, 1912 était approximativement de 24,500,000 grosses tonnes soit les trois-cinquièmes de l'extraction totale de la Colombie Britannique.

L'avenir de l'industrie houillère est des plus rassurants, malgré le fait qu'il faudra mettre en valeur à bref délai des veines plus profondes et plus minces. Ainsi que nous l'avons mentionné, deux nouveaux puits viennent d'atteindre la veine Douglas. A cause de la nature et de l'allure variable des couches, et le manque de renseignements mis à la disposition du public, il n'est pas facile de donner des chiffres exacts sur les réserves houillères de Nanaïmo. Mais en se basant sur une extension modérée, en profondeur et en superficie, du bassin houiller, en tenant compte des veines de un pied et au-dessus, à une profondeur de 4,000 pieds, on peut les estimer à 1,340,000,000 grosses tonnes. Cette estimation est calculée sur la présence de 3 veines, ayant une épaisseur totale de charbon de 10 pieds, et une superficie, en grande partie comprise dans la feuille de Nanaïmo, de 181 milles carrés, et de 1,000,000 de tonnes par mille

carré de superficie et par pied d'épaisseur, quoique aucune des veines ne couvre l'étendue tout entière.

## VEINE DE HOUILLE WELLINGTON

### DISTRIBUTION ET ÉPAISSEUR

La veine Wellington, qui repose sur le grès East Wellington et la formation Extension, affleure le long de la bordure ouest de la feuille de la carte. Elle est bien développée dans la partie nord de la carte, dans les environs de East Wellington, où son épaisseur atteint une moyenne de 3 à 6 pieds, et où elle consiste presque entièrement en beau charbon net, sans salbandes ou intercalations continues. Dans cette partie septentrionale, on ne voit l'affleurement qu'à un seul endroit, à l'ancien puits incliné Jingle Pot au nord-ouest de la mine New East Wellington. Cet affleurement courbe autour du flanc est du mont Benson, quoique l'on n'ait pas déterminé l'allure ni la qualité de la couche dans ces environs. Plus au sud, l'affleurement est bien relevé à Harewood Plains, par trois ou quatre galeries inclinées, foncées sur la couche. À cet endroit, la veine atteint une épaisseur de 10 pieds, mais contient d'épaisses intercalations de schistes charbonneux, et parfois l'épaisseur de charbon net ne dépasse guère un pied. L'affleurement de la veine est visible des deux côtés de la vallée Extension le long des flancs de l'anticlinal Extension, et l'axe de la couche plonge sous les conglomérats Extension, au bout sud-est de l'anticlinal, à  $1\frac{1}{2}$  milles au sud de la rivière Nanaïmo. Le charbon est à découvert en plusieurs endroits des deux côtés de la vallée anticlinale. Son épaisseur moyenne est de 6 à 10 pieds le long de la vallée, mais en plusieurs endroits, plus particulièrement sur le flanc nord-est du pli, la veine contient d'épaisses couches de schistes charbonneux. La jambage sud-ouest de l'anticlinal est brisé par deux failles inverses longitudinales, avec des rejets de 500 pieds et de 150 pieds respectivement. Sur une distance de près de 4 milles, la couche de charbon affleure à quelques verges au sud-ouest de la faille nord-est, qui est la plus importante, dans la lèvre relevée. Plus au sud-ouest, la veine affleure sur le flanc, plongeant vers le nord-est, du pli synclinal au sud-ouest des failles. Le charbon n'est à découvert



que lorsque la veine traverse la rivière Nanaïmo, mais sa position a pu être déterminée par les travaux souterrains. Sur la rivière Nanaïmo, au sud du ruisseau Berkley, une épaisseur de quatre pieds de charbon net est exposée sur une longueur de 25 verges. La veine affleure aussi le long de la rivière, sur les flancs de l'anticlinal aigu au sud-est de l'anticlinal Extension. Sur l'affleurement du flanc sud-ouest de l'anticlinal, on observe un ancien trou de fouille dont les parois sont maintenant effondrées, mais sur la halde de débris, on trouve des fragments de charbon de bonne qualité. Au sud de la rivière Nanaïmo, sauf sur les flancs de l'anticlinal Extension, le prolongement de la couche est problématique, mais on a assez exactement déterminé l'allure de l'affleurement ouest de l'horizon charbonifère. A cause de l'épais manteau de sables et graviers Colwood du delta de Nanaïmo, on ne peut déterminer le prolongement sud-est de l'anticlinal Extension et la position de l'affleurement de la couche de charbon que par hypothèse. La veine est si bien développée où elle traverse la rivière Nanaïmo, tant à son affleurement ouest que sur le flanc nord-est de l'anticlinal Extension, que son prolongement sur une certaine distance au sud de la rivière est très probable. Au sud du ruisseau Haslam, les assises houillères affleurent dans la vallée au nord-est de la crête du mont Hayes, dans le pli monoclinale de cet endroit, qui est orientée vers le nord-est et qui a une inclinaison raide. Nous ne pûmes voir la couche de houille elle-même, mais on rapporte avoir trouvé le charbon dans le ruisseau Bush, où ce cours d'eau entaille les assises houillères. Le prolongement de la veine vers l'est est indéterminé, mais il n'est guère douteux qu'elle s'étend, avec une épaisseur variable, au-delà de l'affleurement des couches Newcastle et Douglas, à une profondeur de 800 à 1,200 pieds, et il est possible qu'elle se continue encore beaucoup plus loin.

#### STRUCTURE

Aux divers endroits où elle est exploitée, la veine Wellington varie en épaisseur d'un simple filet à près de 30 pieds, et la moyenne est probablement entre 4 et 7 pieds. On peut mieux se rendre compte de cette extrême variation en étudiant la structure de la veine et des assises qui la renferment.

Le mur de la veine est presque toujours le grès East Wellington, solide, mais en couches minces à délit facile. Parfois, il y a des amas lenticulaires de schistes entre le charbon et le mur, et on observe des intercalations schisteuses dans le grès. Plus rarement, certains des lits de grès sont caillouteux et passent à un conglomérat. Le caractère du toit est au contraire très variable. En général, c'est un schiste gréseux, charbonneux par places. Son épaisseur varie de rien à 20 ou 25 pieds, et près de East Wellington, il est surmonté par des grès, mais près d'Extension, il supporte les conglomérats Extension typiques. Aux environs d'Extension, le conglomérat lui-même constitue le toit de la veine. En quelques endroits, ce toit est une couche de grès.

Près de East Wellington, la couche de charbon ne renferme pas de salbandes persistantes. Par places, généralement dans les renflements, la couche consiste entièrement en charbon net, et ne contient que quelques petites lentilles de charbon impur, tendre, épaisses d'un pouce ou moins, et dépassant rarement un développement horizontal de 10 ou 15 pieds. Au contraire, dans les pincements, le charbon est très impur. Près d'Extension, les parties non dérangées de la couche Wellington contiennent des intercalations schisteuses plus ou moins persistantes. A cet endroit, la couche consiste généralement en trois lits de charbon, séparés par des salbandes de charbon schisteux impur (*rash*), tel que l'indique la coupe ci-dessous (fig. 3). D'autres parties de la veine montrent les trois lits de charbon séparés non seulement par des salbandes de *rash*, mais aussi par une épaisse couche de schistes. (fig. 4).

La composition du charbon impur, ou *rash*, est indiquée par l'analyse suivante, effectuée par M. F. G. Wait, de la Division des Mines, Ministère des Mines, d'un échantillon recueilli par nous sur la couche Wellington à Extension.—

Humidité.....	1.59
Matières vol. comb.....	24.15
Carbone fixe.....	19.29
Cendres.....	54.97

---

100.00

Sauf les salbandes de schistes et le charbon impur, (*rash*), les impuretés sont sans importance. Le charbon contient plus ou moins de pyrite de fer, particulièrement le charbon schisteux et impur; on observe aussi de nombreuses veinules de calcite, qui remplissent les plans de jointage de charbon, mais elles n'augmentent pas beaucoup la teneur en cendres.

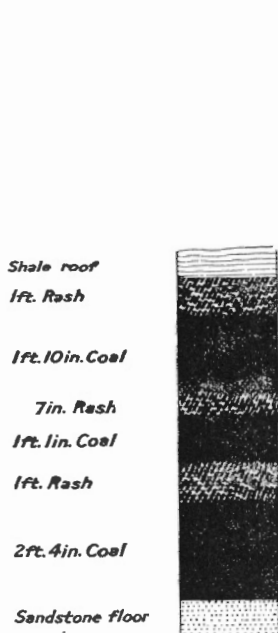


Fig. 3. Coupe de la veine Wellington, où elle n'est guère dérangée, près d'Extension.



Fig. 4. Coupe de la veine Wellington, montrant une épaisse intercalation de schistes.

Le trait le plus remarquable de la couche de charbon est son épaisseur variable, provoquée surtout par des failles secondaires, des flexures et des plis, généralement dans le toit, tandis que le mur est assez régulier, quoique l'on y observe quelques plis. Ces dérangements sont fort en évidence à East Wellington, où la veine est pincée et disparaît presque complètement, et, sans transition, revient avec une épaisseur de 10 à 12 pieds. Quoique le mur demeure presque uni, le toit, en passant de la partie mince à la partie épaisse, est plissé d'une façon aiguë, et

généralement remonte irrégulièrement. Même, il est souvent dérangé en un pli courbé, sur une distance de 25 pieds en un endroit. Ces dérangements sont appelés "failles" localement. Invariablement, là où la couche est pincée, le charbon est sale, et à surfaces de glissements, tandis que dans les parties épaisses ou renflements, il est net et noir, avec un éclat presque brillant, et n'est brisé que par quelques fractures irrégulières. On n'y trouve d'impuretés qu'au sommet et à la base des renflements, et aussi, quoique rarement, en intercalation minces et non-continues, vers le centre. Parfois, le charbon est net et solide mais généralement il est brisé et contourné. Dans les plis, il est toujours brisé. L'orientation des plis coïncide toujours avec celle des couches, c'est-à-dire nord-ouest à ouest, et les pincements de la couche se trouvent toujours du côté nord-est ou nord des flexures, avec des renflements correspondants du côté opposé. Lorsqu'il y a juxtaposition en biseau dans la couche, la partie supérieure est toujours au nord-est ou au nord. Ces caractéristiques sont représentées dans les coupes ci-dessous qui sont données à l'échelle (fig. 5).

Près d'Extension, quoique la couche atteigne des variations d'épaisseur encore plus marquées, passant de 5 pieds à 26 pieds, les plis du toit sont moins brusques, quoiqu'il y en ait quelques-uns très rapides, avec des dérangements de 3 à 4 pieds. Parfois, dans les parties courbées de quelques-uns des plus grands plis, qui affectent la couche tout entière, la veine est pincée et le charbon est entièrement remplacé par des impuretés (*rash*). Sur les flancs des plis, le toit est affecté par des flexures graduelles, qui remontent irrégulièrement, formant un renflement de charbon net, brillant, peu brisé, n'ayant que quelques impuretés au sommet et à la base. On peut voir ces caractéristiques dans les coupes de la couche Wellington qui suivent (fig. 6).

#### NATURE DU CHARBON

Le charbon de la couche Wellington, lorsqu'elle n'est guère dérangée, est noir et possède un éclat sub-brillant. Parfois, il est lamellé en lits, en d'autres endroits, il est massif et compact; le charbon lamellé contient des toutes petites lentilles d'impure-

tés. La couche est recoupée par des plans de jointage ou diaclases, qui, dans le charbon lamellé, sont à angles droits des plans de délit. Le charbon est assez dur et solide, sa fracture est esquilleuse, et il résiste bien aux influences atmosphériques. Il contient parfois de la pyrite et sur quelques-unes des fractures on voit de minces pellicules de calcite. Le charbon est quelquefois contourné et à surfaces polies et brillantes causées par des glissements et frottements.

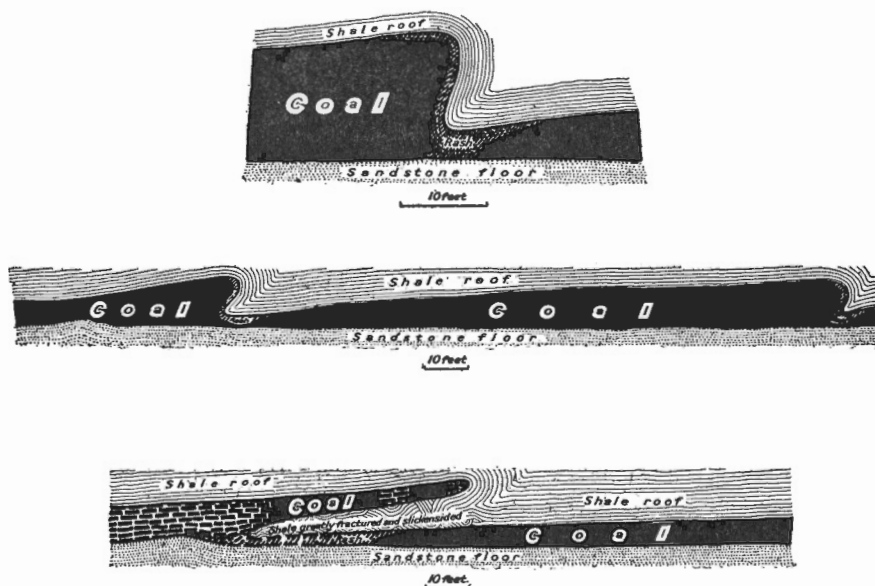


Fig. 5. Coupes de la veine Wellington, près East Wellington (Lorsque la couche n'est pas en noir plein, l'allure et la puissance sont présumées).

Ainsi que l'indiquent les analyses données ci-dessus, le charbon Wellington est un charbon gras, relativement riche en matières volatiles, et sa composition ne diffère guère de celle des autres charbons de Nanaïmo. Cependant, d'après les essais de Stansfield et de Porter,<sup>1</sup> il semblerait être beaucoup mieux adapté à la fabrication du coke que les houilles des couches

<sup>1</sup> Les Charbons du Canada, Département des Mines, Pub. n° 83, Vol. I, 1912, Partie VI, pages 205-233, et tableau XLIV.

## Section 3

Shale roof

2 ft. Coal

4½ ft. Rash

## Section 2

Shale roof

2 ft. Coal

Coal,  
with thin  
streaks of  
rash irreg-  
ularly dis-  
tributed  
through  
the coal,  
especially  
near the  
base.

19½ ft.

## Section 1

Shale roof

1 ft. 10 in. Coal

4 in. Rash

1 ft. 2 in. Coal

4 in. Rash

2 ft. { Coal and  
bone

Sandstone floor

8 ft. Rash

2 ft. { Coal and  
bone

Sandstone floor

Sandstone floor

Fig. 6. Coupes de la veine Wellington, près d'Extension; montrant les variations en puissance et en qualité. Les coupes 1 et 2 sont à 200 pieds de distance l'une de l'autre, et les coupes 2 et 3 sont à 500 pieds.

Douglas et Newcastle. A présent, on ne s'en sert pas comme charbon à coke, et il est entièrement utilisé comme charbon pour générateurs de vapeur, pour la fabrication du gaz et pour usages domestiques.

## COUCHE DE NEWCASTLE

### DISTRIBUTION ET ÉPAISSEUR

La couche de charbon Newcastle se trouve intercalée entre les formations Cranberry et Newcastle. Elle traverse la partie centrale-ouest de la carte, et possède une orientation générale de N. 20°W., affleurant de l'île Newcastle-nord au sud de la rivière Nanaïmo. Elle est à découvert des deux côtés de l'île Newcastle, et elle traverse probablement l'île. Elle affleure à l'ouest de la mine Brechin sur la pointe Pimbury, le puits Brechin foncé jusqu'à la couche, n'ayant qu'une profondeur de 84 pieds. A cet endroit, la veine a une épaisseur moyenne de 30 à 40 pouces, et renferme une ou deux salbandes persistantes. Il n'est guère douteux que la couche soit continue entre la mine Brechin et Nanaïmo, quoique l'affleurement ne soit pas exposé au jour. On l'a mise à découvert par une couple de puits inclinés dans la ville même de Nanaïmo, et actuellement on l'exploite en profondeur, la veine ayant une épaisseur moyenne de 30 à 40 pouces, quoiqu'il soit rapporté qu'elle atteint une épaisseur maximum de six à huit pieds. Au sud de Nanaïmo, elle affleure sur une distance d'un mille et demi dans la vallée de la rivière Chase, et elle a été mise à découvert dans quelques travaux de fouille, et dans le puits incliné Douglas de la Western Fuel Company. La veine a une puissance moyenne de 6 à 8 pieds, mais ne contient que 2 à 4 pieds de charbon net, traversés par des rubans de schistes charbonneux. Au sud de la rivière Chase, il est douteux que la couche Newcastle soit exploitable, mais elle est bien définie jusqu'à South Wellington, et elle est mise à découvert par plusieurs puits de fouille. Son épaisseur varie entre 18 pouces et 6 pieds, mais elle consiste surtout en charbon très impur et en lits de schistes charbonneux. Entre South Wellington et la rivière Nanaïmo, la veine n'est pas exposée au jour, et on ne connaît ni sa nature ni son allure. Au sud de

la rivière de Nanaïmo, on a mis à découvert, dans une galerie inclinée de recherche, sur le flanc sud-ouest du synclinal, dont l'axe plonge vers le sud-est, et qui fait partie de la crête, ou cuesta, en forme de croissant entre la voie du chemin de fer Esquimalt et Nanaïmo et le chemin de fer des charbonnages Extension, ce qui constitue probablement un prolongement de la veine Newcastle. La couche a 6 pieds, mais consiste surtout en charbon pierreux et schistes charbonneux, avec amas lenticulaires de charbon atteignant une épaisseur de 10 pouces. Il est fort douteux que la veine se prolonge beaucoup au-delà de cet endroit. On ne connaît pas son extension vers l'est. La Western Fuel Company l'a exploitée près de Nanaïmo à plus d'un mille au large de la grève, et elle s'étend probablement beaucoup plus loin. Au sud de la rivière Chase, où la couche à son affleurement est mince et schisteuses, son prolongement est problématique et ne doit pas être très grand.

#### STRUCTURE

Nous ne pouvons donner que peu de détails concernant la couche de Newcastle, car nous ne la vîmes pas dans les travaux souterrains. L'épaisseur moyenne où on l'exploite, est de 30 à 40 pouces, variant entre les extrêmes de 20 pouces et 6 à 8 pieds. Donc, quoique plus mince, elle est beaucoup plus régulière que la couche Wellington ou la couche Douglas. Où elle affleure à la surface, elle renferme un nombre plus ou moins considérable de rubans de schistes. Le mur est en général le grès schisteux, en lits minces, vert-foncé, typique de la formation Cranberry. Le toit varie, selon la composition de la formation Newcastle, d'un schiste gréseux, à un grès grossier, et même à un conglomérat à éléments fins. C'est la première de ces roches qui prédomine dans les environs de l'île Newcastle, de la rivière Chase, et à South Wellington, tandis que les autres roches sont en majorité à Nanaïmo et près de la rivière Nanaïmo.

#### NATURE DU CHARBON

A en juger d'après les quelques analyses que l'on peut obtenir, particulièrement celles de Stansfield sur le charbon



commercial, le charbon Newcastle ne diffère pas d'une manière prononcée des charbons Wellington et Douglas; c'est un charbon gras à haute teneur en matières volatiles; mais il semble être plus pauvre en carbone fixe, et même en teneur complète de carbone, et plus riche en oxygène et en cendres. Il ne s'aglutine pas facilement en coke. On en fait usage surtout pour les générateurs de vapeur.

## COUCHE DE CHARBON DOUGLAS

### DISTRIBUTION ET ÉPAISSEUR

La couche de charbon Douglas se trouve au sein des assises de Newcastle, surmontant de 25 à 100 pieds la veine de Newcastle; donc son affleurement à la surface se trouve de 100 à 1,000 pieds à l'est de celui de la veine Newcastle, selon le caractère du relief et l'angle de plongement. Il s'étend de l'île Newcastle nord jusqu'au sud de la rivière Nanaïmo, et peut-être jusqu'à Ladysmith. La veine est à découvert dans un vieux puits (mine Fitzwilliam) sur le côté ouest de l'île Newcastle, et on dit qu'elle a aussi été exposée du côté nord-est. Elle affleure à la mine Brechin, où un puits incliné l'attaque, et quoiqu'elle ne soit pas à découvert, elle se prolonge, probablement sans lacune, jusqu'à Nanaïmo. On ne l'exploite pas à présent près de la surface dans les environs de l'île Newcastle nord, ni à la mine Brechin, mais les travaux souterrains des mines n° 1 et Protection s'étendent en profondeur jusqu'au dessous de l'île Newcastle. L'épaisseur moyenne est probablement la même que plus au sud, soit environ 5 pieds. Près de Nanaïmo, il y a plusieurs puits inclinés foncés sur la veine, tous actuellement abandonnés, et un ou deux affleurements qui exposent la veine au jour. Près de son affleurement, la veine n'excède pas 4 ou 5 pieds, mais en plusieurs endroits, elle atteint, en profondeur, plus de dix pieds, quoiqu'il y ait des pincements correspondants. Au sud de Nanaïmo, on peut relever son allure exactement, par des anciens travaux et des découverts, jusqu'à South Wellington. À South Wellington, plusieurs puits inclinés et retours d'air ont été foncés sur la veine, et il y a un découvert à un demi-mille au sud de South Wellington, près de la voie du chemin de fer

de la compagnie Pacific Coast Collieries. Près de la rivière Chase, et à South Wellington, la veine a une épaisseur moyenne de 5 pieds, mais les variations extrêmes sont d'un simple filet à plus de 30 pieds. Sur la rive sud de la rivière Nanaïmo, la veine bien développée et a été mise à découvert par une excavation de fouille sur son affleurement. Elle a 8 pieds, et consiste en grande partie en charbon net, avec des intercalations lenticulaires de charbon schisteux. Plus au sud, la couche n'est pas exposée au jour, mais sur le ruisseau Bush, près du pont du chemin de fer des charbonnages Extension, il y a un affleurement de schiste charbonneux avec des lentilles de charbon, qui représente probablement la position de la veine; nous en avons donc indiqué le prolongement au sud de la rivière Nanaïmo, quoique dans la partie sud, elle ne soit peut-être guère exploitable. A l'est de son affleurement, la couche occupe une étendue d'un mille et demi au moins et probablement plus. Avec la couche de Newcastle, on l'a exploitée près de Nanaïmo, sur une distance de plus d'un mille au large de la rive, et plus au sud on a relevé sa présence par plusieurs forages près de la partie inférieure de la rivière Nanaïmo, et ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, on l'a atteinte récemment dans ce district par deux puits d'extraction.

#### STRUCTURE

Le mur et le toit de la veine Douglas varient entre un grès grossier ou conglomérat à petits éléments à Nanaïmo, et un schiste gréseux près de l'île nord Newcastle, et à South Wellington. Près de South Wellington, le mur est généralement un schiste gréseux, et un conglomérat à petits éléments avec des fragments de matières charbonneuses et des intercalations minces et schistes charbonneux brisés et polis par glissements. Le toit consiste surtout en un grès schisteux, avec des couches de grès, dans lesquelles on observe des amas lenticulaires de conglomérats à grain fin. L'épaisseur de la mine varie beaucoup entre un filet et 30 pieds, avec une moyenne de 5 pieds environ, quoique sur de grandes étendues l'épaisseur exploitable de charbon ne dépasse pas 3 ou 4 pieds. Contrairement aux conditions qui règnent dans la couche Wellington, les irrégula-

rités dans la couche, les étranglements et les renflements, sont causés par l'irrégularité du mur, car le toit est assez uniforme. Les plis dans le mur de cette veine ne sont pas aussi brusques et marqués que ceux du toit de la veine Wellington. Parfois, le mur remonte jusqu'au toit, et au contraire en d'autres endroits s'affaisse plus ou moins brusquement. La direction des flexures coïncide avec celle des assises c'est-à-dire environ N. 30°W., mais varie considérablement, et de plus, les plis ne sont ni aussi longs ni aussi réguliers que ceux de la couche Wellington. Le côté abrupt des surfaces remontantes est généralement celui du sud-ouest, et des surfaces abaissées ceux du nord-est.

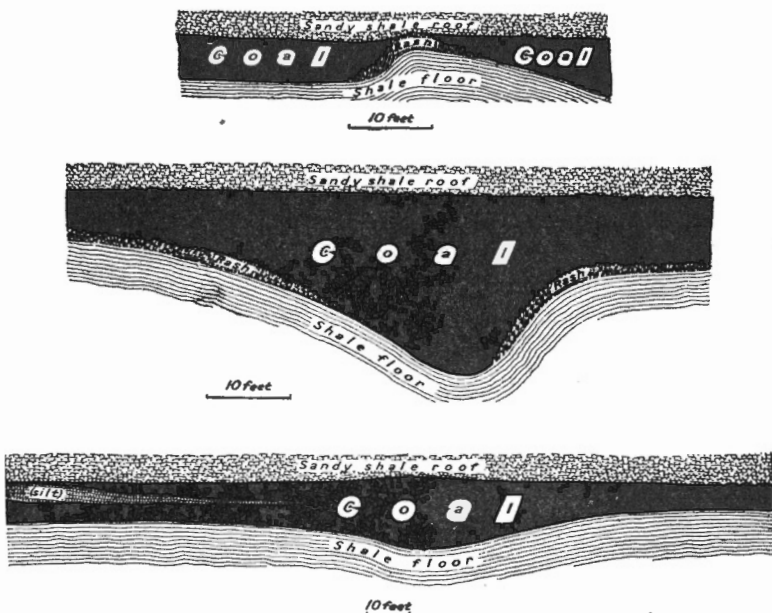


Fig. 7. Coupes de la veine Douglas, montrant les dérangements.

Ces caractéristiques sont indiquées par les coupes qui suivent représentées à l'échelle (fig. 7).

Aux étranglements, la veine est presque entièrement composée de charbon impur, comme dans le cas de la veine Wellington, quoiqu'en général ce charbon impur soit plus dur. Dans

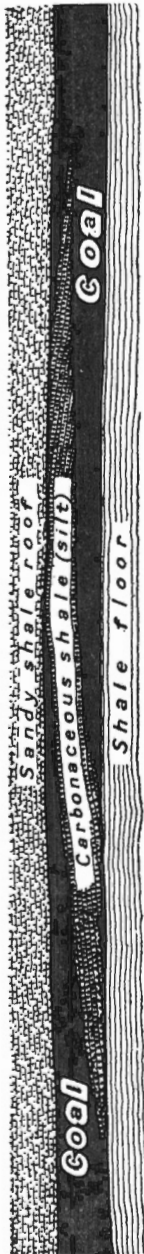


Fig. 8. Coupe de la veine Douglas, montrant une intercalation de schistes charbonneux, causée par un dépôt local de limon.

les renflements, le charbon est net, à texture compacte, à éclat terne à sub-brillant. Il est divisé en gros blocs de formes irrégulières. Dans les étranglements le charbon est

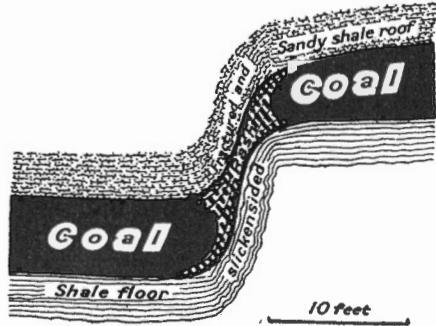


Fig. 9 Dislocation ou faille, dans la veine Douglas.

contourné et on observe des surfaces polies de glissement, mais lorsque ces caractéristiques sont développées, la teneur en cendres est élevée. Le mur des endroits dérangés, est invariablement étiré et à surfaces polies, et parfois le toit a aussi ces caractéristiques.

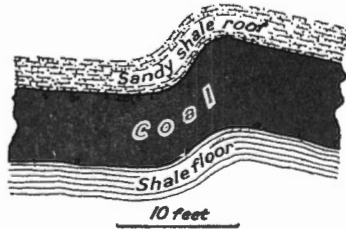


Fig. 10. Pli ou ride, dans la veine Douglas.

La veine, tant aux étranglements qu'aux renflements, et même là où elle n'est guère dérangée, ne renferme pas d'intercalations continues, mais parfois des couches épaisses de schistes charbonneux remplacent entièrement la veine, mais disparaissent rapidement dans toutes les directions (fig. 8).

La veine est aussi dérangée par de nombreuses petites failles, quoiqu'il y ait rarement fracture complète, le charbon ayant été refoulé le long du plan ou de la zone de dislocation (fig. 9).

Plus rarement la couche tout entière est légèrement ridée sans variation appréciable dans l'épaisseur (fig. 10).

Lorsque les plis, les étranglements, les failles et les rides se trouvent à peu de profondeur, leur présence est généralement indiquée à la surface par des petites crêtes dont un flanc forme un escarpement assez raide à angle droit des plans de sédimentation, tandis que l'autre pente dévale en pente à peu près parallèle à la stratification.

### CARACTÉRISTIQUES DU CHARBON

Le charbon de la veine Douglas est noir, à éclat brillant à sub-brillant. Il est massif et traversé par des plans de fracture irréguliers, qui donnent lieu à des cassures esquilleuses. Il est assez dur et résiste bien aux influences atmosphériques. Ainsi que dans le cas du charbon Wellington, on observe des pellicules de calcite sur certains des plans de fracture. Par places où la veine a été dérangée, il y a des surfaces polies et irrégulières de glissements, entre lesquelles le charbon a un éclat plus terne. La couche est rarement contournée, mais alors le charbon est impur et la teneur en cendres est élevée.

Le charbon Douglas est une houille riche en matières volatiles, et ainsi que l'on peut voir par les analyses, il ressemble beaucoup à la houille de la veine Wellington. D'après les analyses, il semblerait que le charbon de Southfield et de South Wellington soit plus riche en carbone fixe et plus pauvre en cendres que celui des environs de Nanaïmo, et il s'agglutine plus facilement en coke. On fait usage du charbon Douglas dans les générateurs de vapeur, pour la fabrication du gaz et pour usages domestiques.

### ORIGINE ET HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Nous n'avons que peu de données sur l'origine de ces couches de charbon. Les assises houillères ont été déposées sous des conditions qui passaient rapidement de conditions marines à

des conditions terrestres, et les couches reposent indistinctement sur des schistes, des grès et même des conglomérats, avec absence d'argile à la base des veines, et contiennent très peu de restes fossiles de racines. Il ne semble guère probable que le charbon résulte de l'accumulation de matières végétales dans des grands marécages côtiers, à grands arbres et à brousse luxuriante. Ce charbon résulte plutôt d'accumulations de matières végétales dans des tourbières formées dans les lagunes qui étaient séparées du bassin marin extérieur par des barres. Il semble donc probable que les veines ne se prolongent pas indéfiniment vers le nord-est, sous les eaux du détroit de Géorgie, mais sont au contraire restreintes, plus ou moins, aux environs des anciennes lignes de côtes des mers qui ont précédé les temps crétacés supérieurs. Les couches, surtout lorsqu'elles ne sont guère dérangées, ne sont pas composées de charbon pur, et on observe des alternances de charbon net avec des schistes charbonneux, et même parfois la veine entière ne contient que des charbons schisteux; on peut déduire de ce fait que les vases et les limons étaient déposés dans les bas-fonds en même temps que la tourbe, et en quantités suffisantes pour former les "noisieux" ou parties à peu près stériles des veines de charbon.

Ainsi que nous l'avons indiqué dans la description de la structure géologique de la série de Nanaïmo, les assises ont été sollicitées par des efforts venant du nord-est. Des déformations locales sont arrivées pendant que certains des lits n'étaient pas encore solidifiés, mais les dérangements et les dislocations majeurs n'eurent lieu que longtemps après le dépôt des couches. On est porté à croire que ces déformations locales causèrent quelques-uns des dérangements des veines de charbon; car tout semble indiquer que lorsque les premiers mouvements eurent lieu, le charbon net se trouvait à un état plus plastique que le charbon impur et schisteux ou "*rash*." Il se trouva donc pressuré des endroits qui forment des étranglements au sommet des plis, là où il y avait augmentation de la pression verticale, pour s'accumuler dans les flancs où régnait une diminution de pression correspondante. C'est ainsi que s'expliquent les renflements des veines, qui consistent en charbon net, à part les minces zones impures au sommet et à la base, tandis que les étranglements

ments sont composés presque exclusivement de charbon schisteux, ou "*rash*." Comme c'est généralement le toit de schiste gréseux de la veine Wellington, et le mur relativement faible de roche analogue de la couche Douglas qui sont déformés, il semblerait que la résistance relative du toit et du mur aient déterminé, en général, l'importance des dérangements. Il est possible que des irrégularités primitives dans les veines aient déterminé les endroits où ont eu lieu les petits dérangements. Les mouvements ultérieurs, plus importants, ont provoqué les amples flexures et les failles qui affectent les couches, et ont aussi causé les failles mineures et les rides qui sillonnent les veines. Ces mouvements provoquent un ajustement latéral des assises, par des glissements des lits les uns sur les autres, et on peut croire qu'une grande partie de ces glissements eurent lieu aux contacts des couches de charbon, laissant après cet ajustement, des surfaces polies et usées et des dislocations dans le charbon,<sup>1</sup> aussi bien dans le mur et dans le toit.

Divers observateurs ont déjà signalé des petits dérangements, des variations locales, des interruptions et des lacunes dans les veines de charbon, semblables à ceux qui affectent les couches houillères de Nanaïmo.<sup>2</sup> Ils doivent leur origine à diverses causes, irrégularité dans le mode de dépôt, par érosion contemporaine ou ultérieure, mais surtout par des déformations quelconques, comme dans le cas des assises houillères de Nanaïmo. Ces causes présentent un intérêt économique autant que scientifique, car, comme on l'a déjà dit:<sup>3</sup> "le retour constant des différends industriels est dû dans une grande mesure aux difficultés

<sup>1</sup> Voir Bailey Willis, —Some Coal Fields of Puget Sound, Rapport United St. Geol. Survey, 18ème Vol. annuel, 1897.

<sup>2</sup> Les travaux dont les titres suivent traitent de ce sujet:

Bain, H. F., "Origin of Certain features of Coal Basins," Journal of Geol., Vol. 3, 1895.

Collier, A. J., "The Arkansas Coal fields," Bulletin 326, U. S. Geol. Survey, 1907, pages 48 et suivantes.

Gresley, W. S., "Clay-veins vertically intersecting Coal Measures," Bull. Geol. Soc. of Am., Vol. 9, 1898, pages 35-58.

Keyes, C. R., "Coal Deposits of Iowa," Geol. Survey of Iowa, Vol. 2, 1894, pages 49-53, pages 178-189, pages 229 et 249.

Willis, B., "Some Coal fields of Puget Sound," U. S. Geol. Survey, 18ème rapport annuel, Partie III, 1896-97.

Woolnough, W. G., "Stone Rolls in Bulli Coal seam in New South Wales," Journal R. Soc. of N. S. Wales, Vol. 44, 1910.

<sup>3</sup> Woolnough, W. G., "Stone Rolls in the Bulli Coal seam, in New South Wales."

qui se présentent d'élaborer des conventions satisfaisantes pour l'exploitation des couches et endroits anormaux, où le mineur, aux conditions ordinaires" ne peut se faire un salaire qu'il considère raisonnable."

## DESCRIPTION DES MINES

Il y a quatre compagnies qui exploitent le bassin houiller de Nanaïmo:—La Western Fuel Company, la Canadian Collieries (Dunsmuir) Company, Pacific Coast Collieries, et la Vancouver-Nanaïmo Coal Mining Company.

### VANCOUVER-NANAIMO COAL MINING COMPANY

La Vancouver-Nanaïmo Coal Mining Company exploite la houillère de New East Wellington, à East Wellington. Cette mine fut ouverte en 1907 sur la veine Wellington. On atteint la couche de charbon par une galerie, ou plutôt un puits incliné, parallèle à une ancienne galerie foncée sur la veine Little Wellington. La couche Wellington a une allure uniforme dans les travaux souterrains, avec une légère inclinaison de 5 à 10 degrés vers le nord-est, mais vers le sud-ouest, la veine de charbon est disloquée par une série de failles en gradins, et elle affleure au jour au sud-ouest de l'installation de surface de la veine, avec un plongement très raide vers le nord-est. On exploite par la méthode de chambres et piliers, ces derniers étant finalement enlevés, et le toit supporté par des boisages remblayés ou "cogs." On a bien aussi exploité quelque peu par grandes tailles, mais cette méthode n'est guère pratique, à cause de la grande variation dans l'épaisseur de la couche, telle que nous l'avons déjà décrite. Partout où on peut le faire, on sous-cave la taille, mais en général, on abat par coups de mine sans havage préliminaire. Le halage souterrain se fait tant à l'aide de treuils qu'avec des mulets. Le toit étant faible, on boise fortement et ainsi que nous l'avons dit, lorsqu'on abat les piliers, on les remplace par des boisages remblayés. La mine est aérée par un ventilateur et l'air y est bon; il n'y existe virtuellement pas de gaz délétères. La production de la mine en 1911 a été de 72,918 grosses tonnes.



## CANADIAN COLLIERIES (DUNSMUIR) COMPANY

Dans le bassin de Nanaïmo, la "Canadian Collieries (Dunsmuir) Company," exploite la houillère Extension, ouverte en 1899, et anciennement exploitée par la Wellington Collieries Company. Ce charbonnage consiste en quatre mines, toutes situées sur la veine Wellington. Les mines nos 1, 2 et 3 sont situées sur le flanc sud-ouest de l'anticlinal d'Extension, et la mine n° 4 sur le flanc nord-est, soit à  $1\frac{1}{2}$  milles au sud-est de l'entrée principale ou galerie à flanc de coteau qui dessert les trois autres mines, dans la ville même d'Extension. La veine dans ces mines 1, 2 et 3, est disloquée par une faille inverse longitudinale ayant un rejet de près de 500 pieds. La mine n° 1 se trouve sur la lèvre nord-est, abaissée, de la faille, tandis que les mines 2 et 3 sont, au contraire, sur la lèvre soulevée. À présent, on atteint les mines par une galerie travers-banc ou tunnel, longue d'un mille qui traverse la couche de la lèvre abaissée, inclinée vers le sud-ouest, puis le plan de la faille, pour atteindre la couche de la lèvre soulevée qui plonge aussi vers le sud-ouest. La mine n° 2 est située au sud-est du fond de la galerie, et le n° 3 au nord-ouest. Les deux parties de la veine disloquée affleurent au jour, et les galeries inclinées des mines nos 2 et 3 sont entretenues et utilisées pour l'aérage et le roulage (voir pl. III B). Du côté abaissé, la veine plonge vers le sud-ouest sous des angles qui varient entre 5 et 20 degrés, quoique près de la faille, il y ait des rides, et même parfois, elle se redresse contre le plan de faille. En d'autres endroits, la veine plonge sous la faille, qui, ainsi que nous l'avons décrit,<sup>1</sup> semble quelquefois plonger légèrement vers le sud-ouest, et être un chevauchement. Du côté relevé, la veine a été plissée en un ample synclinal, ou cuvette peu profonde, qui est dérangé dans la partie nord, mine n° 3, par une faille longitudinale inverse, dont le rejet varie entre zéro et 150 pieds,<sup>2</sup> le déplacement augmentant vers le nord-ouest.

La méthode d'exploitation que l'on poursuit est en grand partie celle de chambres et piliers, avec dépilage subséquent.

<sup>1</sup> Voir Géologie Structurale de la Série de Nanaïmo.

<sup>2</sup> La structure est indiquée dans la coupe de structure A B.

Parfois, dans la mine n° 2, où le toit est un conglomérat, on adopte les grandes tailles. L'abatage se fait à la main, et par diverses méthodes selon la nature et l'épaisseur de la veine. On hâle par des mulets ou avec des treuils jusqu'aux galeries principales de roulage. Des locomotives électriques amènent alors les trains de wagonnets au jour, par la longue galerie travers-banc. En général, le toit de la veine est un lit de schiste gréseux, et la mine est soigneusement boisée; lorsque les piliers sont enlevés, le toit est supporté par des caissons de boisage remblayés ou "cogs." Chaque mine est bien aérée par un ventilateur distinct.

A la mine n° 4, la veine, que l'on exploite par un puits profond de 280 pieds, plonge vers le nord-est sous un angle de 15 degrés, et elle affleure à 1,000 pieds environ au sud-ouest du puits. L'exploitation se fait par chambres et piliers. La mine est boisée, le toit supporté par des cogs, et l'aérage se fait par un puits distinct, foncé au sud-ouest du puits principal. En 1911, la production des mines Extension était de 331,576 grosses tonnes.

#### WESTERN FUEL COMPANY

La Western Fuel Company exploite deux charbonnages dans le bassin de Nanaïmo, les houillères Nanaïmo et Northfield ou Brechin. Ainsi que nous l'avons mentionné, la compagnie a récemment foncé un puits dans le territoire de la réserve Sauvage, à l'embouchure de la rivière Nanaïmo, et une galerie inclinée sur la veine Newcastle (abandonnée en 1912), à son affleurement dans la vallée de la rivière Chase. La description qui suit des mines de cette compagnie, que nous ne visitâmes pas, est en grande partie extraite du travail de T. C. Denis donné au cours du rapport sur les Charbons du Canada,"" Publication No. 83, Vol. 1, partie II, Ministère des Mines, Division des Mines, 1912, et du Rapport de 1911 de l'inspecteur, Thomas Morgan, au Ministère des Mines, Colombie britannique.

A la mine Nanaïmo, on exploite les veines Douglas et Newcastle. On les atteint par le puits n°. 1 (Puits Esplanade) près de la grève dans la partie sud de la ville de Nanaïmo, la veine Douglas à 640 pieds, et la veine Newcastle à 700 pieds, et aussi

par le puits de l'Ile Protection, sur la pointe sud de l'Ile Protection, 581 pieds à la veine Douglas, et 652 pieds à la veine Newcastle. Les travaux souterrains qui s'étendent sous le havre de Nanaïmo et sous le delta de la rivière Nanaïmo, sont très considérables, et les chantiers extrêmes de la mine sont distants 5 milles l'un de l'autre.<sup>1</sup> Le plongement général des assises est de 10° vers l'est. On exploite la couche Newcastle par grandes tailles, la veine est sous-cavée par un havage à la machine; pour la veine Douglas, on emploie la méthode par chambres et piliers, et on opère le défilage des piliers lorsque la couverture excède 500 pieds.<sup>2</sup> Le halage souterrain se fait en partie par des locomotives électriques et en partie par câble sans fin, jusqu'au pied du puits n° 1. La mine est aérée par des ventilateurs, l'air descendant par le puits Protection et remontant par le puits n° 1. En 1911, la production de cette houillère était de 411, 909 grosses tonnes.

À la mine Brechin, située sur la pointe Pimbury (voir pl. XII A), on n'exploite actuellement que la veine Newcastle, quoique les travaux souterrains soient reliés à la veine Douglas. On atteint la couche de charbon par un puits de 84 pieds,<sup>3</sup> et une galerie inclinée qui débouche au jour, et les chantiers s'étendent jusqu'au-dessous de l'île Newcastle. L'inclinaison générale des couches est de 5 degrés vers le sud-est, mais en profondeur, elle appuie plutôt vers l'est et raidit quelque peu. On exploite par longues tailles, et on sous-cave avec des haveuses. Le roulage se fait par câble sans fin jusqu'au puits. L'aérage se fait par ventilateurs, la descente d'air se trouvant sur l'île Newcastle. En 1911, le chiffre d'extraction de cette mine fut de 161,852 grosses tonnes.

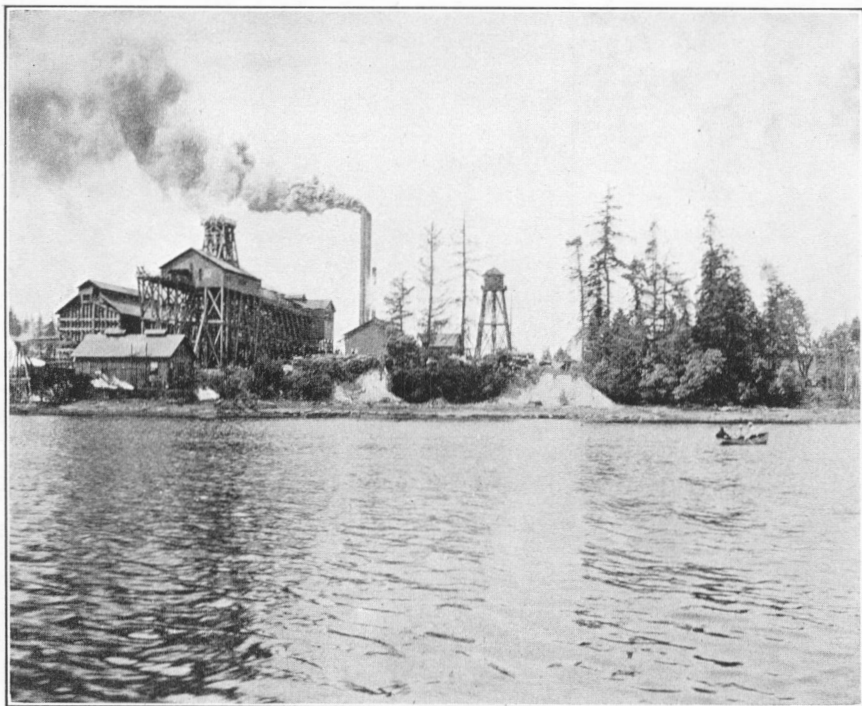
#### PACIFIC COAST COLLIERIES

La société Pacific Coast Collieries, qui a repris en 1912 les mines de la Pacific Coast Coal Mines, exploite la houillère Fiddick ou South Wellington, à South Wellington, et tout récem-

<sup>1</sup> Rapport Ministre des Mines, Col. Brit, 1911.

<sup>2</sup> Denis, T. C., "Coals of Canada," Branche des Mines, Département des Mines.

<sup>3</sup> Denis, T. C., Coals of Canada.



A



B

- A. Houillère Northfield, ou mine Brechin de la Western Fuel Co., à la pointe Pimbury.  
 B. Houillère South Wellington, de la Société Pacific Coast Colliery.



ment a foncé un nouveau puits de 610 pieds, à Morden, à un mille à l'est de South-Wellington. La mine South Wellington est située sur la veine Douglas, et on y exploite par deux galeries inclinées fonçées sur la veine. La couche de charbon a une inclinaison de 10 degrés vers le nord-est, mais elle est affectée par divers dérangements, et à cause de l'irrégularité du mur, elle est sujette à de grandes variations d'épaisseur. On exploite par chambres et piliers, mais lorsque la couche mince est d'épaisseur uniforme sur une certaine distance, on adopte une modification de la méthode à longues tailles. On mine le charbon avec explosifs sans coupures préliminaires. Le roulage souterrain se fait par chevaux et par treuils actionnés à l'électricité. Il faut boiser le toit avec soin, et lorsque l'on exploite par longues tailles, il faut supporter le toit par boisages et remblais. La mine est aérée par des ventilateurs. En 1911, la production atteignit 205,048 grosses tonnes.

### *SABLES ET GRAVIERS*

Les sables et graviers Colwood sont la source d'abondants dépôts de sables et de graviers. Sauf localement et sur une petite échelle, on n'a guère exploité ces matériaux qu'à un mille et demi au sud de Wellington, près du chemin de fer Esquimalt et Nanaïmo, et près de la voie du chemin de fer des charbonnages Extension, à un demi-mille au sud de la rivière Nanaïmo (voir pl. XIA). A ces deux endroits, on a établi des sablières pour ballast de chemin de fer. Les matériaux que l'on en extrait sont d'excellente qualité et pourraient être employés à d'autres usages, mais quoique ces dépôts soient d'exploitation très facile, ils ne sont pas favorablement situés pour transport par bateaux pour la ville de Vancouver, qui offre actuellement le plus important des débouchés pour le sable et les graviers de construction.

On a aussi exploité des sables et graviers de la partie supérieure des dépôts interglaciaires Puyallup près de la baie Departure, et à l'ouest de Nanaïmo, pour la construction de routes, et comme ballast de chemin de fer, mais pas en quantités considérables.

## ARGILES

En général, les argiles des dépôts de surface de l'étendue de la carte de Nanaïmo sont sableuses, faibles et peu plastiques; on ne les a utilisées jusqu'à présent que pour la fabrication de briques ordinaires. On a bien aussi fabriqué des briques avec les argiles interglaciaires Puyallup, qui recouvrent la plaine marécageuse le long de la rivière Millstone à mi-chemin environ de son cours, mais cette industrie est maintenant suspendue. Il y a certainement d'autres localités où on pourrait exploiter les argiles Puyallup, et même celles qui accompagnent les dépôts de sables et graviers Colwood pour fabriquer les briques ordinaires, mais, en général, les glaises des dépôts superficiels sont sableuses et manquent de plasticité, et la brique qui en résulterait serait faible et de qualité inférieure.

Les divers schistes de la série Nanaïmo, et notamment ceux des assises Haslam, Cedar District et Northumberland, sont aussi la source de terres à briques, que l'on pourrait même employer à la fabrication d'autres produits en terre, à pâte demi-poreuse et objets en grès. La majorité de ces schistes sont gréseux et peu plastiques. De plus, ils sont accompagnés de nombreuses intercalations de grès, de concrétions gréseuses, et de filons de grès (voir pl. VII). Ils contiennent aussi une proportion trop élevée de fer, de chaux et d'alcalis, pour que l'on puisse les considérer comme terres réfractaires, quoiqu'on les désigne parfois comme telles. De fait, le Dr. H. Ries<sup>1</sup> rapporte que les schistes de la série de Nanaïmo, dont il a fait des essais céramiques, ne supportent pas une température élevée, car les schistes Haslam, de East Wellington, fondent au cône Seger n° 1 (2,102°F. 1,150°C.), tandis que les schistes inférieurs Northumberland, de l'île Gabriola, se vitrifient à la température du cône 3 (2,174°F., 1,190°C.). Certaines parties des schistes Haslam, notamment à un horizon à 100 pieds du sommet; quelques-uns des schistes inférieurs Northumberland, et, dans une moindre mesure, quelques couches des schistes Cedar District, sont relativement plastiques, et on pourrait en faire usage à l'état demi-sec, ou même moulés à sec, pour la fabrication de

<sup>1</sup> Lettre personnelle.

briques, de tuiles, et d'objets grossiers en grès. Si l'on excepte quelques lits minces, restreints à un développement local, on peut dire que les schistes des autres horizons sont gréseux et impurs; on peut donc les éliminer comme sources de terres à cuire. On a bien aussi exploité, localement, l'un des lits schisteux qui accompagnent la couche Wellington dans les charbonnages Extension. On l'utilisait à la fabrique de la British Columbia Pottery Co., pour rendre quelque peu plus résistantes au feu, les argiles de surface exploitées à Victoria-ouest, où on fabrique des tuyaux d'égouts et autres produits analogues. Mais actuellement, on n'exploite aucune des couches de schistes des mines Extension. A l'époque de nos travaux sur le terrain, en 1911, on n'utilisait aucun des dépôts de schistes. Cependant, à East Wellington, immédiatement à l'ouest de l'étendue de la carte de Nanaïmo, il existe des schistes de la partie supérieure de la formation Haslam, dont on a fait des essais céramiques, et qui ont donné de bons résultats. En 1912, on fabriquait des briques à East Wellington, en utilisant les schistes Haslam; et sur l'île Gabriola, près du détroit False, on en fabriquait en utilisant les schistes inférieurs de la formation Northumberland.

### *PIERRES DE CONSTRUCTION*

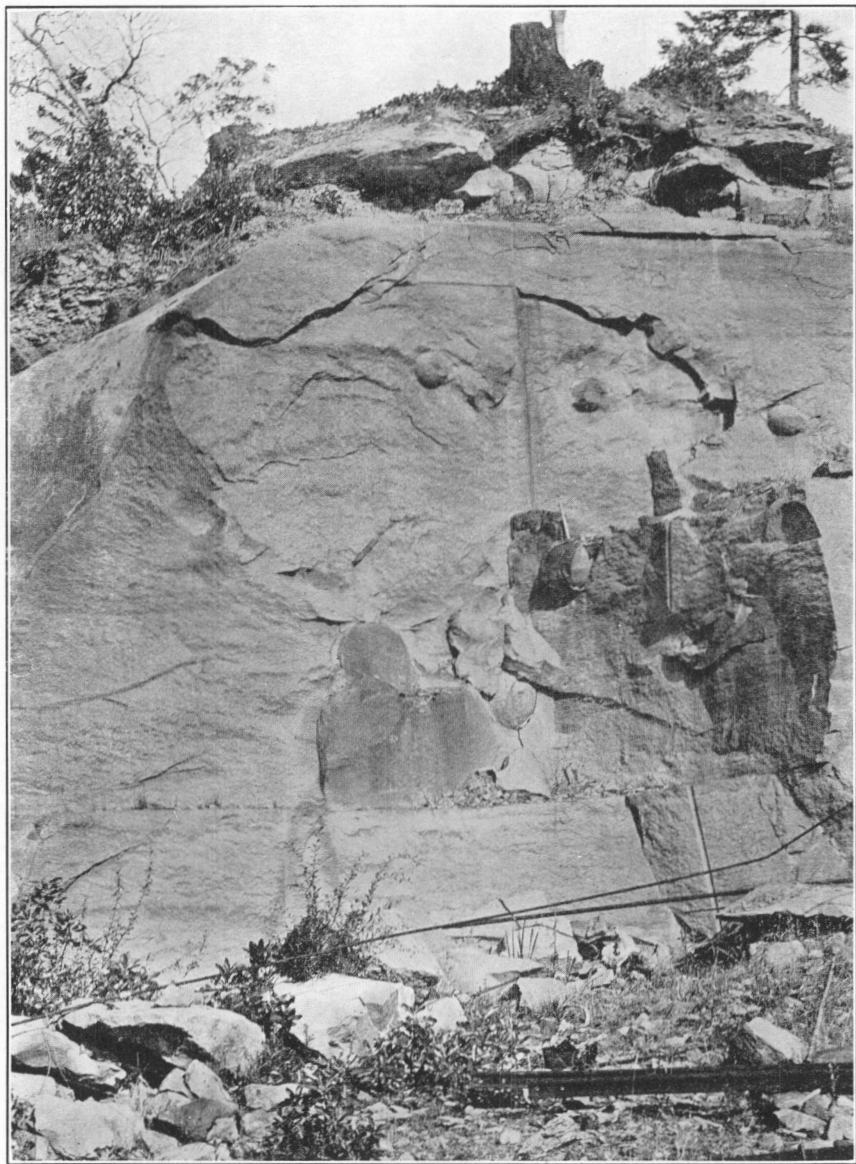
Quelques-uns des grès de la série de Nanaïmo donnent des pierres de construction d'assez bonne qualité. On a exploité les grès de trois formations: les grès Protection, De Courcy et Gabriola. On a ouvert une carrière de grès Protection sur l'île Newcastle, et on en a aussi exploité quelque peu dans la ville même de Nanaïmo, près du quai de la Western Fuel Company, mais cette dernière carrière est abandonnée depuis quelque temps. La carrière de l'île de Newcastle (voir pl. VIA) est située sur la rive sud de l'île vis-à-vis la pointe Pimbury. On a extrait la plus grande partie de la pierre d'un seul lit, à grain fin et uniforme, épais de 16 pieds, orienté N. 15° W., et plongeant 5° N.E. La pierre est de couleur grise sur fracture fraîche, mais exposée à l'air, elle tourne rapidement à un gris brunâtre ou sale. Elle est composée de grains de quartz et de feldspath anguleux, ces derniers sont frais ou tournent au blanc; il y a aussi des paillettes et des lames de biotite et de muscovite,



et au microscope on observe des grains verts d'épidote et des fragments rouges des roches jaspées ou pétrosiliceuses. Le lien ou ciment consiste principalement en silice secondaire, et la pierre est assez friable. Il n'y a pas de plans de jointages, ou de fractures régulières ou continues et on a extrait des blocs plus ou moins irréguliers mesurant jusqu'à 4 pieds par 6 pieds par 3 pieds. Le grès se coupe facilement en blocs des dimensions requises. Cette carrière, que l'on n'exploitait que pour pierre de construction, est abandonnée depuis quelques années.

On a exploité le grès De Courcy à la pointe Jack, à l'est de Nanaïmo. On obtient la pierre de deux lits ayant respectivement des épaisseurs de 15 et de 30 pieds, séparés par 5 pieds de schistes gréseux et de grès schisteux; les lits épais de grès eux-mêmes contiennent parfois des filets de grès schisteux (voir pl. VI B.). Le grès est à grain variant de grossier à moyen, de couleur gris-verdâtre, pâle sur fracture fraîche, tournant au jaunâtre sous l'influence de l'air. Il est composé de grains de quartz, de feldspath et de méta-andésite, tant à arêtes vives qu'arrondies, et de paillettes de biotite et de muscovite, le tout dans une pâte verdâtre, consistant surtout en matières chloritiques. Au microscope, on discerne, comme éléments accessoires, de l'épidote, de la magnétite et de la titanite. Le ciment est siliceux et ferrugineux. La pierre fraîche est solide quoique tendre, mais à l'air, elle durcit considérablement. Les plans de sédimentation sont réguliers et continus, orientés N. 30°W., et inclinés 25° N.E.; les plans de fractures transversaux ou diaclasses sont irréguliers, mais comme ils sont peu nombreux; on peut extraire de gros blocs. On n'a exploité la pierre que pour fins de construction mais la carrière chôlait en 1911.

Il y a une carrière de grès Gabriola à North Gabriola, sur l'île de ce nom (voir pl. XIII). On extrait la pierre d'un lit épais de 25 à 40 pieds, près de la base de la formation Gabriola, et dont l'allure, à la carrière est N. 25°W., comme orientation sous une inclinaison de 18° N.E. Le grès est gris verdâtre, tournant au gris brun, et devenant plus foncé à l'air, à grain variant de grossier à moyen, et composé de grains anguleux de quartz, feldspaths et méta-andésites, avec paillettes de biotite, et comme minéraux accessoires, de la muscovite, de l'épidote



Carrière de grès Gabriola, île Gabriola; lit de grès concrétionnaire de 25 pieds.



et de la magnétite, dans un fond verdâtre constitué en grande partie par de la chlorite et de la serpentine. Le ciment est de la calcite, et est abondant. Le grès contient de nombreuses concrétions, qui atteignent parfois un diamètre de 3 pieds, et c'est là le trait le plus délétère de la pierre. Elle est solide et durcit à l'air. Il n'y a pas de système régulier de diaclases ou de joints transversaux, mais on peut extraire de gros blocs. Cette carrière n'a produit que de la pierre de taille et de fondations. On n'a exploité aucune des carrières depuis plusieurs années.

Jusqu'à présent, on n'a pas fait d'exploitation pour la production de pierre concassée dans l'étendue de la feuille de Nanaïmo. Les roches de la série de Nanaïmo n'y sont, du reste, guère propres, mais les roches volcaniques de la série de Vancouver, lorsqu'elles n'ont pas été trop métamorphosées et disloquées, peuvent fournir des matériaux d'assez bonne qualité. On trouve au nord de la baie Departure, des roches de cette nature favorablement situées pour transport par eau.

### CHAUX.

On a fait des essais de fabrication de chaux avec les calcaires impurs ou calcarénites de la formation Haslam, qui affleurent sur la rive nord de la baie Departure. Mais on verra par l'analyse de la roche, que la proportion de chaux est trop basse, et que la roche est trop riche en matières insolubles pour que l'on puisse s'en servir pour cet usage. Les impuretés qui accompagnent le carbonate de chaux consistent en quartz, en feldspath, et chlorite, ce qui rend la roche impropre à la fabrication de ciment soit naturel, soit de Portland.

Une analyse partielle des calcaires impurs de la baie Departure, faite par H. A. Leverin, donna les résultats suivants:

Matières insolubles minérales.....	15.42
Oxyde ferrique et alumine.....	5.40
Chaux.....	42.41
Magnésie.....	0.94

soit 75.73 pour cent de carbonate de chaux et 1.96 de carbonate de magnésie.

*GISEMENTS MÉTALLIFÈRES*

Les roches méta-volcaniques de Vancouver de la feuille de carte de Nanaïmo sont fort fracturées et disloquées, et les zones de dislocations sont fréquemment imprégnées d'un peu de pyrites de fer et de cuivre. On a fait des recherches à un ou deux de ces endroits minéralisés, mais les amas de minéraux mis en lumière sont trop peu volumineux, trop irréguliers et de trop basse teneur pour pouvoir être mis en valeur.

La gabbro-diorite et la granodiorite de Saanich du Mont Hayes sont recoupées par des filons de quartz et d'aplite, et par des zones de dislocations. Les filons, tant de quartz que d'aplite, ainsi que les zones disloquées, sont parfois minéralisés. L'aplite et les zones ne contiennent qu'un peu de pyrite de fer, mais une veine de quartz, mise à découvert sur le claim Thistle, renferme une proportion notable de pyrite de cuivre et de cuivre panaché. A un demi-mille à l'est du sommet du mont Hayes, deux petites galeries de fouille à flanc de coteau, menées sur une veine d'aplite dans la gabbro-diorite, n'ont révélé la présence que de traces de pyrites de fer et de cuivre dans l'aplite, quoique en un endroit, un déplacement accompagné de glissement le long de la veine a résulté en un filon secondaire de trois pouces. Sur la rive nord du ruisseau Bush, sur le flanc nord-est de la crête du mont Hayes, à plus d'un mille au sud-est du sommet, on a fait des fouilles sur une large enclave de gabbro-diorite dans la granodiorite de Saanich. Cette enclave a été fortement contournée, et on observe une zone disloquée, large de 5 à 20 pieds, orientée N. 35° W., et plongeant 55° S.W., et la roche a été en partie altérée en chlorite. Elle est aussi légèrement minéralisée de pyrite de fer et de cuivre.

Sur le claim Thistle, situé à un mille au nord-est du sommet du mont Hayes, on a fait des travaux sur un filon de quartz, dans la granodiorite de Saanich, qui contient de la bornite et de la pyrite de cuivre. Les fouilles consistent en deux galeries à flanc de coteau à 25 pieds l'une au-dessous de l'autre, au fond de chacune desquelles, on a mené une courte galerie de niveau, qui sont reliées par un chantier d'abatage. La veine est orientée N. 45° W. et a un plongement de 30° S.W. Son épaisseur varie

entre 2 pouces et un pied, la moyenne étant de 4 pouces environ; on peut la suivre sur une distance de 100 pieds. Au bout de cette distance, elle bifurque et finalement disparaît. Le filon semble épouser la principale dislocation, ou diacalse, de la granodiorite, et par places semble être séparé de l'éponte par une salbande secondaire; le long du mur, on observe un filon d'aplite épais de 3 à 5 pouces. La granodiorite du mur, près du filon d'aplite, est disloquée et fracturée, et est recoupée par des veinules de quartz-épidote et séricite, et la roche est quelque peu minéralisée, quoique l'altération ne soit guère plus avancée que celle de la granodiorite normale qui forme le toit.

La veine est grossièrement cristalline, et consiste surtout en quartz irrégulièrement enchevêtré avec un feldspath opaque, tournant au blanc lorsqu'il est exposé à l'air, et accompagné de biotite verdâtre en plages irrégulières et en veinules. Les minéraux métalliques comprennent de la chalcopryrite, du cuivre panaché et de la molybdénite, qui constituent environ 10 pour cent de la veine. La molybdénite se trouve près des épontes, mais, en général, la veine est massive et les minéraux sont disséminés et enchevêtrés sans régularité, quoiqu'il semble que les parties métalliques aient été formées après les minéraux non-métalliques.

Au microscope, on voit que la veine est de nature aplitique. Le quartz, qui prédomine de beaucoup, est en grains anhédres enchevêtrés, qui, parfois, forment des entrelacements micrographiques avec le feldspath. Celui-ci consiste en microcline et en micro-perthite. Les éléments accessoires non-métalliques consistent en biotite et en titanite; la séricite et l'épidote qui se trouvent dans les fractures des grains de quartz sont d'origine secondaire.

Les relations intimes de la veine et du filon d'aplite, et la fraîcheur relative des épontes de granodiorite indiquent que la veine a été formée sous des influences de température et de pression élevées, et probablement de conditions magmatiques qui ont suivi l'intrusion de la granodiorite. Les minéraux métalliques n'ont subi aucun effet d'enrichissement secondaire, et ont été très peu affectés par l'oxydation ou autres influences subséquentes.

Au point de vue économique, des travaux systématiques et raisonnés de prospection ont démontré que la veine est trop mince et de trop basse teneur pour que l'on puisse l'exploiter,

## SOLS

Les sols de la feuille de Nanaïmo sont tous des matériaux de charriage, et consistent en un mélange de dépôts superficiels et de matières végétales et animales décomposées en humus. Donc leurs caractéristiques et leur composition à tel endroit déterminé dépend des dépôts de surface immédiatement sous-jacents; ils sont sableux et caillouteux, lorsque le sous-sol est composé de sables et graviers, et argileux, lorsqu'ils surmontent des argiles. Les caractéristiques générales des sols et leur distribution sont approximativement indiquées par les contours rapportés sur la carte des dépôts superficiels.

Les terrains constitués par les dépôts interglaciaires Puyallup varient entre des sols argilo-sableux, fins, fertiles, et des sols graveleux, grossiers, qui ne retiennent pas l'humidité, qui ressentent les changements de température et conséquemment pauvres. On trouve les premiers sur les sous-sols d'argile sableuse à grain fin. Ils sont généralement situés à des altitudes inférieures à 200 ou 250 pieds, plus spécialement dans la vallée qui se développe entre l'embouchure de la rivière Nanaïmo et le havre de Ladysmith (Oyster). Les seconds se trouvent sur des sous-sols de sables grossiers et de graviers.

Le drift Vashon donne lieu à un sol argilo-sableux, à grain grossier, contenant une proportion assez élevée de glaise et aussi de nombreux cailloux et blocs. Ce sol est fertile et supporte une végétation forestière très drue et une brousse épaisse. On ne l'a guère encore défriché pour fins de culture à cause des nombreux blocs et cailloux et aussi parce que la région couverte par le drift Vashon est accidentée.

Les sables et graviers du delta de Nanaïmo sont généralement recouverts d'une couche superficielle de cailloutis grossier, et conséquemment le sol est peu épais, graveleux, poreux, et relativement stérile. Quoiqu'il soit recouvert d'une végétation forestière assez luxuriante, il n'y a guère de brousse. Donc

les étendues recouvertes par les dépôts de delta de Nanaïmo sont plus ouvertes que celles de la plupart des terres basses de l'île de Vancouver. Une grande partie de la forêt a été exploitée pour le bois, mais il n'y en a qu'une faible proportion qui est en culture. Cependant, en quelques endroits, où le sous-sol est composé des argiles sableuses des dépôts de delta, et surtout lorsque celles-ci sont recouvertes de dépôts vaseux formés au fond des lacs peu profonds qui occupèrent les étendues de delta, ou déposés par les cours d'eau paresseux qui les traversaient, le sol est beaucoup plus fertile, mais comme le sous-sol est composé de sables et graviers très perméables, ils sont généralement secs.

Les dépôts alluvionnaires de marécages, de vallées et de delta, dans leur état naturel, donnent lieu à une luxuriante végétation de marécage et d'herbes grossières, et lorsque ces sols sont défrichés et égouttés, ils sont fertiles, quoique secs et légers durant les mois d'été.

Les étendues indiquées comme étant des affleurements rocheux ou des résidus détritiques de roches, sont couvertes d'une végétation forestière assez drue, et même d'une brousse épaisse. Les arbres et la brousse prennent prise dans les crevasses des roches et entre les blocs et les fragments, soutirant une partie de leur subsistance du mince manteau de drift qui recouvre les affleurements rocheux ou qui est mêlé aux débris de roches. Ces étendues sont naturellement absolument impropres à la culture et devraient être réservées aux ressources forestières.





## INDEX ALPHABÉTIQUE.

## A

## PAGE

Admiralty, dépôt glaciaire, description.....	91
Alluvions, tableau des.....	91
Altitudes dans la région.....	26
Analyses, charbons de Nanaïmo.....	109
Andésine, granodiorite.....	47
Anticlinaux et flexures.....	75
Apatite, gabbro-diorite.....	45
Aplite.....	46
Aplite, description.....	47
Argiles à briques.....	134
Arkose, formation Benson.....	58
Arnold, Ralph.....	88

## B

Baie d'Hudson, compagnie.....	4
Ballast de chemin de fer.....	133
Bassin houiller, superficie.....	107
Bassin Nanaïmo, réserves du.....	112
Banerman, H., bibliographie.....	8
Beale, gabbro diorite.....	50
Beaver, vapeur.....	4
Benson, conglomérat, description détaillée.....	57
Benson, formation, tableau des couches.....	53
Bibliographie.....	7
Bornite, mont Hayes.....	138
Brandon, île.....	31
Brechin, mine.....	132
Breever, W. A., bibliographie.....	8
British Columbia Pottery Co.....	135
Brown, Dr. Robert, explorations.....	6
Brown, Robert, bibliographie.....	8
Burling, L. D., détermination de fossiles.....	87
Bush, ruisseau, conglomérat.....	60

## C

Calcaires, pour pierre à chaux.....	137
Calcaire, analyse.....	137
Calcaires Haslam.....	19
Calcarénite, description détaillée.....	60
Canadian Collieries (Dunsmuir) Company, description des houillères.....	130
Carmanah, assises de.....	36
Carrières de pierre.....	135
Cedar, district.....	2
Cedar district, formation, description détaillée.....	69
Cedar district, formation, tableau des couches.....	52
Chapman, R. H., travaux.....	2
Charbons de Nanaïmo, analyses.....	109

	PAGE
Charbon, géologie économique.....	107
Chase, rivière, veine Douglas.....	66
Chaux, de calcarénite.....	137
Chaux, fabrication de.....	19
Colwood, sables et graviers.....	95
Conclusions.....	17
Conglomérats Cranberry.....	65
Conglomérat Extension.....	63
Conglomérats Northumberland.....	72
Couleuvres, île aux.....	31
Cranberry, district.....	2
Cranberry, formation, description détaillée.....	64
Cranberry, formation, rivière Millstown.....	55
Cranberry, formation, tableau des couches.....	52
Crystal, lac.....	28
Cuestas, formation Extension.....	69
Cuivre, minerais de.....	138
<i>Cympophora ashburneri</i> .....	87

## D

Dawson, Geo. M., bibliographie.....	8
Dawson, G. M., historique de l'industrie houillère.....	4
DeCourcy, formation, description détaillée.....	70
DeCourcy, formation, tableau des couches.....	52
DeCourcy, île.....	31
Delta, dépôts de.....	97
Dépôts de surface.....	90
Diller, J. S.....	85
Dislocations, série de Nanaimo.....	79
Dépôts superficiels.....	39
Douglas, couche de houille.....	107
Douglas, couche, description détaillée.....	122
Douglas, district.....	3
Douglas, couche, premières découvertes.....	5
Douglas, veine de charbon, description.....	66
Douglas, veine inférieure, description détaillée.....	65
Drift Vashon, description.....	94
Dunsmuir, Robert, découverte de charbon.....	5
Durley, R. J., bibliographie.....	9
Dykes de grès.....	82

## E

East Wellington, formation, tableau des couches.....	52
East Wellington, grès.....	61
Esplanade, puits.....	131
Extension, anticlinal d'.....	76
Extension, formation, description détaillée.....	62
Extension, formation, tableau des couches.....	52
Extension, houillère, analyses des charbons.....	110
Extension, mines d', analyses du charbon.....	109
Extension, houillères d', description détaillée.....	130

## F

## PAGE

Failles, série de Nanaïmo .....	80
False, district .....	30
Fiddick, houillère .....	132
Fiddick, mine .....	6
Filons de grès .....	82
Forage, journal d'un, série de Nanaïmo .....	56
Fossiles pleistocènes .....	102
Fossiles, série de Nanaïmo .....	87

## G

Gabbrodiorite, lithologie .....	45
Gabbro-porphyrite de Sicker .....	44
Gabbro-porphyrite de Sicker .....	48
Gabriola, formation, description détaillée .....	74
Gabriola, formation, tableau des couches .....	51
Gabriola, grès .....	50
Gabriola, île, carrière de grès .....	136
Gabriola, île, description .....	30
Gabriola, île, formation Gabriola .....	74
Gabriola, île, formation Northumberland .....	72
Gabriola, île, roches de la série Nanaïmo .....	53
Gabriola, synclinal .....	77
Galiano, île, formation Northumberland .....	73
Géologie locale .....	36
Géologie régionale .....	35
Géologie résumée .....	11
Géorgie, glacier du détroit de .....	98
Gîtes métallifères .....	138
Gîtes minéraux, description générale .....	15
Glaciaires, dépôts .....	14
Glaciologie .....	98
Glaciologie générale .....	14
Granitiques, roches .....	44
Grès East Wellington, description détaillée .....	62
Grès, exploitation de carrières de .....	135
<i>Gyrodex excavata</i> .....	87

## H

Harvey, Walter, recueil de fos. ....	7
Haslam, formation, description détaillée .....	58
Haslam, formation, restes fossiles .....	8
Haslam, formation, tableau des couches .....	53
Hayes, mont, granites .....	43
Hayes, mont, granodiorite .....	44
Hector, Sir James, bibliographie .....	9
Hector, Sir James, explorations .....	6
Hoggan, lac .....	31
Holden, lac .....	28
Houilles, qualités diverses .....	16

## I

Iles de la côte .....	31
<i>Inoceramus</i> sp. ....	87

## J

	PAGE
Jack, promontoire .....	31
Jacobs, E., bibliographie .....	9
Jingle-Pot, mine .....	61

## K

Kulleet, synclinal .....	76
--------------------------	----

## L

Lacs .....	28
Latitude de la région .....	2
<i>Leda fossa</i> .....	102
<i>Lima multiradia</i> .....	88
Limonite, schistes Haslam .....	59
<i>Linearia sp.</i> .....	87
Link, île, formation DeCourcy .....	71
Long, lac .....	28
Longitude de la région .....	2

## M

Magnétite, gabbrodiorite .....	45
Marmites de Géants .....	27
Marmites, delta Nanaïmo .....	101
McKay, J. W. ....	4
McLaughlin, fort. ....	4
MacKenzie, John D. ....	2
McKay, lac .....	28
Meta-andésites, âge .....	34
Métallifères, gîtes .....	138
Metchosni, roches volcaniques .....	88
<i>Meretrix nitida</i> .....	87
Michael, lac .....	28
Microcline, granodiorite .....	47
Microperthite, granodiorite .....	47
Millstone, rivière, formation Newcastle .....	55
Mode de formation des couches de houille .....	127
Mont Benson, érosion glaciaire .....	99
Moraines, mont Hayes .....	94
Morden, mine .....	112
Mountain, district .....	3
Mudge, île, formation DeCourcy .....	71
Mudge, île, roche de la série Nanaïmo .....	53
<i>Mya truncata</i> .....	102

## N

Nanaïmo, assises de, description générale .....	12
Nanaïmo, assises, puissance .....	51
Nanaïmo Coal Company .....	4
Nanaïmo, couches de, description générale .....	37
Nanaïmo, district .....	2
Nanoose, fjord, glacier du .....	99
Nanaïmo, population .....	3

Nanaïmo, production de houille.....	16
Nanaïmo, rivière et canyon.....	64
Nanaïmo, rivière, granodiorite de Saanich.....	45
Nanaïmo, série de, description.....	50
Nanaïmo, série de, dislocation.....	38
Nanaïmo, série de, mode de formation.....	86
Nanaïmo, série, tableau des assises.....	51
Newcastle, charbon, analyses.....	110
Newcastle, couche de, description détaillée.....	120
Newcastle, couche de houille.....	107
Newcastle, formation, tableau des couches.....	52
Newcastle, île, carrière de grès.....	135
Newcastle, veine de charbon, description détaillée.....	65
Newcombe, C. F., recueil de fossiles.....	7
New East Wellington, houillère.....	129
Newson, J. F.....	83
Northfield, charbonnage.....	5
Northumberland, chenal, description.....	30
Northumberland, formation, description détaillée.....	72
Northumberland, formation, tableau des couches.....	52

## O

Oyster, district.....	2
-----------------------	---

## P

Pacific Coast Collieries.....	132
Pacific Coast Coal Co., analyses de charbon.....	109
Palliser, J., exploration.....	6
<i>Pelecypode</i> .....	88
Pierres de construction.....	135
Pléistocène, fossiles.....	102
Pléistocènes, glaces.....	36
Poole, H. S., bibliographie.....	9
Porphyrite-dacite, description détaillée.....	89
Porphyrite gabbroïde de Sicker.....	38
Porter, J. B., bibliographie.....	9
<i>Pot-holes</i> .....	27
Priest, lac.....	28
Production houillère.....	6
Protection, formation, tableau des couches.....	52
Protection, île, carrière de grès.....	135
Protection, île, formation Newcastle.....	55
Protection, île, formation Protection.....	53
Protection, formation, description détaillée.....	68
<i>Protocardium</i> .....	87
Puyallup, argiles et sables, description.....	92
Pyrite de cuivre, mont Hayes.....	138

## Q

Quartz, granodiorite.....	47
Quennel, lac.....	28

## R

	PAGE
Remerciements.....	1
Réserve, mine.....	112
Réserves du bassin Nanaïmo.....	112
Réserves houillères.....	16
Richardson, James, bibliographie.....	9
Richardson, James, explorations.....	6
Rivières et cours d'eau.....	26
Roches batholithiques.....	35
Roches intrusives granitoides, âge.....	49
Roches métamorphiques, âge.....	34
Roches montonnées.....	98

## S

Saanich, granodiorite de.....	44
Saanich, granodiorite, description.....	46
Sables Colwood.....	95
Sablières.....	133
<i>Saxicava rugosa</i> .....	102
Schistes à brique.....	134
Schistes marins Haslam.....	58
Sicker, roches de la série.....	43
Snake, île, formation Gabriola.....	85
Sols, feuille de Nanaïmo.....	140
Sooke, assises de.....	36
Southfield, houillères, analyses des charbons.....	110
Stries glaciaires.....	98
Structure concrétionnaire, schistes Haslam.....	59
Sutton, formation, âge.....	34
Sutton, W. J., bibliographie.....	10
Sutton, W. J., études par.....	7
Synclinaux, plis.....	76

## T

Taylor, Rev. G. W., recueil de fossiles.....	7
<i>Tellina quadrata</i> .....	88
Terres-basses.....	24
Thistle, claim.....	138
Till admiralty, description.....	91
Titanite, gabbrodiorite.....	45
Tolmie, Dr. W. F.....	4
Topographie.....	20
Trigonia evansana.....	87
Trincomali, anticlinal de.....	77
Trincomali, chenal, description.....	30

## U

Union, mine, à Comox.....	5
---------------------------	---

## V

Vancouver, chaîne de.....	20
Vancouver, groupe de, description.....	40

	PAGE
Vancouver, roches volcaniques.....	41
Vancouver, roches volcaniques, description générale.....	37
Vancouver, roches volcaniques, origine.....	43
Vancouver Coal Mining Co.....	5
Vancouver-Nanaimo Coal Mining Co., analyses.....	109
Vancouver-Nanaimo Coal Mining Company, description des houillères.....	129
Vashon, drift, description.....	94
Volcanisme, temps mésozoïques.....	103

## W

Wark, gabbrodiorite de.....	45
Wellington, couche de houille.....	62, 107
Wellington, couche, coupe des terrains.....	116
Wellington, couche de charbon, description détaillée.....	113
Wellington, district.....	2
Wellington, mine, analyses des charbons.....	110
Western Fuel Co., analyses de charbon.....	109
Western Fuel Company, description des houillères.....	131
Whiteaves, J. F., bibliographie.....	10
Whiteaves, J. F., paléontologie.....	7
Woodley, chaîne.....	25
Woodley, monts, formation DeCourcy.....	71





PUBLICATIONS EN FRANÇAIS DU MINISTÈRE DES MINES  
PARUES DEPUIS LE CATALOGUE DE JUILLET 1914.

COMMISSION GÉOLOGIQUE.

*Rapports.*

1098. Reconnaissance à travers les montagnes MacKenzie sur les rivières Pelly, Ross et Gravel, Yukon et Territoires du Nord-Ouest. Joseph Keele.
1108. Rapport conjoint sur les Schistes bitumineux ou pétrolifères du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse ainsi que sur l'Industrie des Schistes pétrolifères de l'Écosse. Première partie: Industrie. Seconde partie: Géologie. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C. (Division des Mines No. 56).
1291. Archéologie: La collection archéologique du sud de l'intérieur de la Colombie britannique. H. I. Smith.
1306. Rapport sommaire de la Commission géologique du Ministère des Mines pour l'année civile 1912.
1328. Rapport sur l'île Graham, C. B. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C.
1329. Rapport d'une exploration de la rivière Ekwan, des lacs Sutton Mill et d'une partie de la Côte occidentale de la baie James. D. B. Dowling, B. Ap. Sc.
1330. Rapport sur les Terrains aurifères du Klondike. R. G. McConnell, B.A.
1360. Rapport sommaire de la Commission géologique du Ministère des Mines pour l'année civile 1913.
1362. La région de Moose Mountain dans l'Alberta sud. D. D. Cairnes.
1369. Notes sur les minéraux contenant du Radium. Wyatt Malcolm.
1393. La Telkwa et ses environs en Colombie britannique. W. Leach.
1394. Rapport sur la géologie d'une partie de l'Est d'Ontario. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C.
1395. Rapport sur le terrain houiller de Pictou, N.E. Henry S. Poole, F.R.S.C.
1411. Rapport préliminaire sur une partie du district de Similkameen, C.B. Charles Camsell.
1475. Treizième rapport de la Commission de Géographie du Canada.  
*Annexe:* Traits généraux sur la Géographie physique du Canada. D. W. Dowling.
1481. Musée de la Commission géologique du Canada. Collection des fossiles invertébrés. Guide pour les visiteurs.
1504. Rapport sommaire de la Commission géologique du Ministère des Mines pour l'année civile 1914.
1512. Rapport sur une partie des districts miniers de Conrad et Whitehorse, Yukon. D. D. Cairnes.
1519. Comment collectionner les spécimens zoologiques pour le Musée commémoratif Victoria: Zoologie. P. A. Taverner.
1529. Catalogue des oiseaux canadiens. J. Macoun.
1556. Rapport préliminaire sur une partie de la Côte principale de la Colombie britannique et des îles voisines comprises dans les districts de New Westminster et Nanaimo. E. O. LeRoy.
1571. Les Chutes du Niagara, leur évolution, les variations de relations avec les grands lacs; caractéristiques et effets du détournement. J. W. Spencer.

## Mémoires

Mémoire	1.	Rapport	1092	Géologie du bassin de Nipigon. A. W. Wilson.
"	2.	"	1094.	Géologie et gisement minéraux de la région minière d'Hedley. C. Camsell.
"	4.	"	1111.	Reconnaissance géologique de long de la ligne du chemin de fer Transcontinental National dans l'Ouest de Québec. W. J. Wilson.
"	5.	"	1102.	Rapport préliminaire sur les dépôts houillers des rivières Lewes et Nordenskiöld, dans le Territoire du Yukon. D. D. Cairnes.
"	17E	"	1161.	Géologie et ressources économiques du district de lac Larder, Ont., et des parties adjacentes du comté de Pontiac, Qué. Morley F. Wilson.
"	18E	"	1171.	District de Bathurst dans le Nouveau-Brunswick. G. A. Young.
"	19.	"	1172.	Mines de Mother Lode et Sunset, district Boundary, C. B. O. E. LeRoy.
"	20.	"	1174.	Terrains aurifères de la Nouvelle-Écosse. W. Malcolm.
"	21.	"	1331.	La géologie et les dépôts de minerai de Phoenix district Boundary, C. B. O. E. LeRoy.
"	22.	"	1209.	Rapport préliminaire sur la serpentine et les roches connexes de la partie méridionale de Québec. J. A. Dresser.
"	23.	"	1189.	Géologie de la côte et des îles entre les détroits de Géorgie et de la Reine Charlotte. J. A. Bancroft.
"	25.	"	1281.	Les dépôts d'argile et de schistes des Provinces de l'Ouest, partie II. H. Ries.
"	26.	"	1207.	Géologie et gisements minéraux du district Tulameen. C. Camsell.
"	28.	"	1214.	Géologie du lac Steeprock, Ontario, A. C. Lawson. Notes sur les fossiles du calcaire du lac Steeprock, Ont. C. B. Walcott.
"	29E	"	1224.	Gisement de pétrole et de gaz dans les provinces du Nord-Ouest du Canada. Wyatt Malcolm.
"	30.	"	1227.	Les bassins des rivières Nelson et Churchill. W. McInnes.
"	31.	"	1229.	District de Wheaton, territoire du Yukon. D. D. Cairnes.
"	33.	"	1243.	La géologie, de la division minière de Gowganda. W. H. Collins.
"	35.	"	1361.	Reconnaissance le long du chemin de fer Transcontinental National dans le Sud de Québec. John A. Dresser.
"	37.	"	1256.	Parties du district d'Atlin, C.B., avec description spéciale de l'exploitation minière des filons. D. D. Cairnes.
"	39.	"	1292.	Région de la carte du lac Kewagama. M. E. Wilson.
"	42.	"	1596.	Thème décoratif de la double courbe dans l'art des Algonquins du Nord-Est. F. G. Speck.
"	43.	"	1312.	Montagnes de St. Hilaire (Belœil) et de Rougemont, Québec. J. J. O'Neill.

- Mémoire 44. " 1316. Les dépôts d'argile et de schistes du Nouveau-Brunswick. J. Keele.
- " 45. Rapport 1318. La fête des invités des Esquimaux d'Alaska. Hawkes.
- " 47. " 1325. Les dépôts d'argile et de schistes des Provinces de l'Ouest. Partie III. H. Ries et J. Keele.
- " 48. " 1327. Quelques mythes et contes des Ojibwa du Sud-Est d'Ontario. P. Radin.
- " 50. " 1341. District Upper White River, Yukon. D. D. Cairnes.
- " 51. " 1345. La géologie de la carte-feuille de Nanaimo, C.B. C. H. Clapp.
- " 52. " 1358. Notes géologiques pour la carte du bassin de gaz et de pétrole de la rivière Sheep, Alberta. D. B. Dowling.
- " 53. " 1364. Terrains houillers du Manitoba, Saskatchewan, Alberta et de l'est de la Colombie britannique. D. B. Dowling.
- " 59. " 1339. Bassins houillers et ressources en charbon du Canada. D. B. Dowling.
- " 60. " 1399. La région d'Arisaig-Antigonish, N. E. M. Y. Williams.
- " 64. " 1452. Rapport préliminaire sur les dépôts d'argile et de schistes de la province de Québec. J. Keele.
- " 65-66. " 1454-1456. Les dépôts d'argile et de schiste des Provinces de l'Ouest, parties IV-V. H. et J. Keele.

*Bulletins du Musée Commémoratif Victoria.*

- Bulletin 1. Rapport 1515. Paléontologie, paléobotanique, minéralogie, histoire naturelle et anthropologie.
- " 2. Rapport 1343. Série 13 à 18: Pétrologie, géographie physique anthropologie, géologie, paléontologie.
- " 8. Rapport 1484. Les formations huroniennes de la région Timiskaming. W. H. Collins.

**CONGRÈS GÉOLOGIQUE 1913.**

*Liste des Livrets guides.*

**Livret-  
Guide**

- | Volume |       |                                                                                                                                                  |
|--------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | I.    | Excursion dans l'est de la Province de Québec et des Provinces Maritimes. Première partie.                                                       |
| 1      | II.   | Excursion dans l'est de la Province de Québec et des Provinces Maritimes. Deuxième partie.                                                       |
| 2      | III.  | Excursion dans les cantons de l'Est de Québec et dans la partie est d'Ontario.                                                                   |
| 3      | IV.   | Excursion aux environs de Montréal et d'Ottawa.                                                                                                  |
| 4      | V.    | Excursion dans le sud-ouest d'Ontario.                                                                                                           |
| 5      | VI.   | Excursion dans la presqu'île occidentale de l'Ontario et de l'île Manitoulin.                                                                    |
| 6      | VII.  | Excursion dans les environs de Toronto, de Muskoka et Madoc.                                                                                     |
| 7      | VIII. | Excursion à Sudbury, à Cobalt et Porcupine.                                                                                                      |
| 8      | IX.   | Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour, par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Première partie. |

Livret- Guide	Volume	
8	X.	Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour, par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Deuxième partie.
8	XI.	Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour, par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Troisième partie.
9	XII.	Excursion transcontinentale C 2, de Toronto à Victoria et retour par les chemins de fer Canadian Pacific et Transcontinental National.
10	XIII.	Excursion dans le Nord de la Colombie britannique, dans le territoire du Yukon et le long de la Côte nord du Pacifique.

## DIVISION DES MINES.

### *Rapports et Bulletins.*

- 971. (26a) Rapport annuel sur les industries minérales du Canada, pour l'année 1905.
- 56. Rapport sur les schistes bitumineux ou pétrolifères du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, ainsi que sur l'Industrie des schistes pétrolifères de l'Écosse. Première partie: Industrie; Seconde partie: Géologie. R. W. Ellis, LL.D., F.R.S.C. (Commission géologique no 1108.)
- 149. Sables ferrugineux magnétiques de Natashkwan, comté de Saguenay, province de Québec. Geo. G. Mackenzie, B.Sc.
- 169. Pyrites au Canada: gisements, exploitation, préparation, usages. Alfred W. G. Wilson, Ph.D.
- 179. L'industrie du nickel particulièrement dans la région de Sudbury, Ontario. A. P. Coleman, Ph.D.
- 180. Bulletin No. 6: Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada, 1910-1911. A. Anrep.
- 195. Gisements de magnétite le long de la ligne du Central Ontario Railway. E. Lindeman, I.M.
- 219. Les gisements de fer d'Austin Brook au Nouveau-Brunswick. E. Lindeman, I.M.
- (26a) Rapport sommaire de la Division des Mines, du Ministère des Mines, pour l'année civile 1911.
- 223. L'exploitation filonienne au Yukon. Une investigation des gisements de quartz dans la rivière du Klondike. H. A. MacLean.
- 224. (26a) Rapport sommaire de la Division des Mines, du Ministère des Mines, pour l'année civile terminée le 31 décembre 1912.
- 246. Le gypse au Canada; gisement, exploitation et technologie. L. H. Cole.
- 260. Préparation du cobalt métallique par la réduction de l'oxyde. Kalmus.
- 263. Bulletin No. 3: Progrès récents dans la construction des fours électriques pour la production de la fonte, de l'acier, et du zinc. Eugène Haanel, Ph.D.
- 264. Mica: gisements, exploitation et emplois. Deuxième édition. Hugh S. de Schmid, I.M. Edition épuisée.
- 265. Rapport annuel sur la production minérale du Canada durant l'année civile 1911. J. McLeish, B.A.
- 280. Pierres de construction et d'ornement du Canada. Volume II: Provinces Maritimes. W. A. Parks.
- 282. Rapport préliminaire sur les sables bitumineux de l'Alberta Nord. S. C. Ellis.

286. (26a) Rapport sommaire de la Division des Mines, du Ministère des Mines, pour l'année civile 1913.
287. La production du fer et de l'acier au Canada pendant l'année civile 1912. J. McLeish.
288. La production de charbon et de coke au Canada pendant l'année civile 1912. K. McLeish.
289. La production du ciment, de la chaux, des produits d'argile, de la pierre et d'autres matériaux de construction au Canada pendant l'année civile 1912. J. McLeish.
290. La production de cuivre, or, plomb, nickel, argent, zinc et autres métaux au Canada pendant l'année civile 1912. C. T. Cartwright, B.Sc.
308. Recherches sur les charbons du Canada au point de vue de leurs qualités économiques. J. D. Porter, E.M., D.Sc., et R. J. Durley, Ma.E., et autres. Faites à l'université McGill de Montréal sous le patronage du Gouvernement du Dominion.  
Volume 1. Recherches sur les charbons du Canada.  
Volume II. Essais au générateur; Essais au gazogène: Travail du laboratoire chimique.  
Volume III. Appendice I. Résultats détaillés des essais de lavage de charbons.  
Volume IV. Appendice IV. Essais de chaudières et graphiques.
310. Propriétés physiques du cobalt métallique, partie II. H. Kalmus.
314. Bulletin No. 2: Gisements de minerais de fer de la mine Bristol, comté de Pontiac, Québec. Levé magnétométrique, etc., E. Lindeman, I.M.; Concentration magnétique de minerais, Geo. C. MacKenzie, B.Sc.
321. Rapport annuel de la production minérale du Canada durant l'année civile 1913, J. McLeish.
347. Rapport sommaire de la division des Mines, du Ministère des Mines pour 1914.
389. Pierres de construction et d'ornement du Canada. Volume III, Province de Québec. Parks.

## ACTUELLEMENT SOUS PRESSE.

### COMMISSION GÉOLOGIQUE.

#### *Mémoires.*

Mémoire 69	No 1466.	Terrains houillers de la Colombie britannique. D. B. Dowling.
" 72.	" 1486.	Les puits artésiens de Montréal. C. L. Cumming.
" 81.	" 1562.	Gisements de pétrole et de gaz dans Ontario et Québec. W. Malcolm.

### DIVISION DES MINES.

#### *Rapports.*

292. Ressources du Canada en pétrole et en gaz naturel. Volume I. F. G. Clapp.
306. Rapport sur les minéraux non-métalliques employés dans les industries manufacturières du Canada. H. Frechette.