

LA QUESTION DES CLIMATS DE L'ÉPOQUE GLACIAIRE

On le sait, la hauteur de la ligne des neiges perpétuelles ne dépend pas seulement de la température moyenne du lieu, mais elle est également fonction d'autres agents climatériques, tels que l'insolation, la variabilité de la température de l'air et le caractère des saisons. Puis, à côté de ces facteurs, deux autres jouent un rôle tout à fait prépondérant : ce sont les conditions orographiques et la hauteur annuelle des précipitations atmosphériques.

Pour connaître l'influence de l'un des facteurs, — la température, par exemple, — il faudrait que tous les autres facteurs restassent constants. Ainsi, pour plus de simplicité, supposons une île montagneuse isolée dans l'Océan, et admettons que cette île puisse se déplacer suivant le méridien. Si nous faisons voyager cette île dans une région où toutes les conditions climatologiques restent les mêmes, sauf la température, les hauteurs de l'abaissement du niveau des neiges perpétuelles nous feront connaître l'influence du facteur variable pour chaque degré de variation.

Pour connaître le degré d'abaissement de la température moyenne d'une région donnée, à l'époque glaciaire, — du moins dans un climat entièrement maritime, — il faudrait donc trouver une région identique, exposée au même régime de vents, de nébulosité et de précipitations atmosphériques, et où la glaciation actuelle occupe l'étendue de la glaciation passée de l'autre région.

Or, il me semble que dans l'hémisphère austral on peut trouver des exemples de ce genre. Mais, sans aucun doute, les difficultés sont nombreuses et le problème est tellement compliqué que tout ce que l'on peut espérer trouver, au point de vue de la question des climats de l'époque glaciaire, est une simple approximation.

Ainsi, on le sait, dans les régions montagneuses, les précipitations atmosphériques ne sont pas égales aux différentes hauteurs, et, pour une île isolée, il en sera très probablement de même. En s'avançant vers le pôle (ou vers la région plus froide), la portion recevant le maximum de précipitations étant rentrée dans la zone des neiges persistantes, produira une perturbation, et, après coup, la descente de la limite des neiges deviendra plus lente, avec la diminution toujours progressive de l'abaissement de la température. Mais il est une autre

difficulté : c'est que la hauteur des nuages semble diminuer avec l'augmentation de la latitude.

D'un autre côté, les courants marins peuvent avoir varié depuis l'époque glaciaire, ou, pour m'exprimer plus correctement (les courants de surface dépendant presque exclusivement des vents prépondérants), la région des calmes équatoriaux, les vents alizés, les régions anticycloniques et les routes des cyclones ont pu occuper des positions différentes de celles qu'elles occupent de nos jours ; l'hypothèse de CROLL l'exige (1), et le fait de la présence de calottes glaciaires étendues rend la chose plus probable encore.

Puis, il y a une autre difficulté non moins importante : les niveaux auxquels émergent actuellement les terres ayant subi l'action glaciaire, ne sont dans de très nombreux cas plus les mêmes que ceux qu'elles ont occupés lors de la présence des grands glaciers, et RUDZKI a démontré la probabilité de la submersion des terres sous l'effet de la charge des glaces accumulées (2).

Il faut donc, dans tous les cas, une étude très approfondie de la région prise en considération, avant de pouvoir élucider la question qui se pose, à savoir :

De combien de degrés centigrades devrait s'abaisser la température moyenne (toutes choses égales d'ailleurs) pour produire un abaissement de n mètres du niveau des neiges éternelles ?

En ce qui concerne les Alpes, PENCK admet un abaissement du niveau des neiges perpétuelles de 1,000 mètres environ et, en ce qui concerne le climat, BRÜCKNER pense que la température moyenne à l'époque glaciaire — au maximum de glaciation — devait y être seulement de 3 à 4 degrés plus basse qu'aujourd'hui (3). OSWALD HEER avait également été amené, par ses études paléontologiques, à admettre un abaissement de la température moyenne de 3 à 4 degrés (4).

Néanmoins, il me semble que ce chiffre ne peut suffire que si l'on

(1) JAMES CROLL, *Climate and Time*.

G. PILAR (*Ein Beitrag zur Frage über die Ursachen der Eiszeit*. Agram, 1876) qui, se basant sur les idées de CROLL, a démontré la nécessité du déplacement de la zone des calmes, ne s'est pas rendu compte de l'influence qu'un tel déplacement devrait avoir sur toute la circulation atmosphérique à la surface du globe.

(2) *Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie*, 1899, p. 169.

(3) *Klimaschwankungen seit 1700*, p. 308.

(4) Voir A. HEIM, *Handbuch der Gletscherkunde*, p. 560.

admet, à priori, un climat beaucoup plus humide qu'il ne l'est de nos jours, et qu'il faut une différence de température plus considérable pour produire un abaissement de 1,000 mètres du niveau des neiges perpétuelles, les précipitations restant égales (1).

Pour le démontrer, je vais comparer la région du cap Horn à la Géorgie méridionale.

La latitude est la même : 54° Sud ; la différence en longitude est de 30°.

Climat maritime, régime des vents d'ouest. Températures moyennes :

Au cap Horn (2)	+	5° 5
Dans la Géorgie méridionale (3)	+	1° 4
Différence. . . .	=	4° 1

Nombre de jours de pluie ou de neige :

Au cap Horn	278 (année 1882-83)
Dans la Géorgie méridionale. 301	(id.)

Quantité d'eau tombée :

1400^{mm} au cap Horn et 900^{mm} dans la Géorgie méridionale.

Mais ces dernières différences dans les chiffres sont sans aucun doute dues à la différence de situation des deux stations d'observation, tandis que de fait il y a probablement identité des quantités de précipitations atmosphériques, dans les hauteurs. Au point de vue morphologique, les îles à l'ouest et au sud de la Terre de Feu sont (d'après les descriptions) en tous points comparables à la Géorgie du Sud. Quant aux niveaux des neiges perpétuelles, ils sont :

de 900 mètres (4) dans les Terres magellaniques,
et de 600 mètres (5) pour la Géorgie méridionale (côte NE).

(1) T. G. BONNEY pense qu'un abaissement de température de 18° F. (= 10° C) serait nécessaire pour reproduire une époque glaciaire, si la distribution des températures dans l'hémisphère Nord restait la même. (Réf. dans *Geographisches Jahrbuch*, 1893, p. 241.)

(2) LEPHAY, *Mission scientifique du cap Horn*, t. II, p. 138**.

(3) *Die internationale Polarforschung 1882-1883. Die Beobachtungs-Ergebnisse der deutschen Stationen*, Bd II, p. 140.

(4) D'après les officiers du BEAGLE, 1,000 mètres ; d'après PISSIS, 800 mètres ; et d'après THOMAS BRIDGES, 900 à 1,000 mètres.

(5) J. HANN, *Klimatologie*, Bd III, p. 469.

A côté de la différence des températures moyennes, qui est de 4°, il n'y a donc qu'une différence d'environ 300 mètres dans les hauteurs des neiges perpétuelles.

Il me paraît tout à fait inutile d'insister davantage sur l'exemple choisi, les niveaux des neiges perpétuelles n'étant pas suffisamment bien connus et les conditions topographiques de la Géorgie méridionale, de même que celles des îles de la région des canaux de la Terre de Feu, l'étant encore beaucoup moins.

Du reste, l'exemple sera inévitablement critiqué, et les géologues partisans du climat humide feront remarquer, sans doute, que le niveau des neiges perpétuelles correspond à des isothermes très variables et comprises entre + 3° (les Andes, près de Quito) et — 10 à — 11° (Nouvelle-Zemble et Spitzberg) ou même davantage (1). Il est effectivement facile de m'accuser de partialité et de dire que l'exemple a été choisi justement en vue de démontrer que le climat de l'époque glaciaire a dû être beaucoup plus rigoureux qu'on ne le présumait. Et on fera sans doute observer que seule une discussion générale de tous les faits connus pourrait avoir une valeur décisive et que, dans tous les cas, il faudrait prendre la moyenne de tous les chiffres obtenus. Je ne le contesterai pas, mais quoi qu'il en soit, dans l'état actuel de nos connaissances, il est préférable de se borner à choisir les exemples dans les régions où le climat est et a été essentiellement marin, par conséquent, de préférence les îles océaniques. L'exemple me paraît donc être bien choisi.

Un autre bon exemple, qui mériterait d'être étudié et discuté à fond, est celui de la région des canaux de la Terre de Feu comparée à la région des terres antarctiques situées au Sud du cap Horn.

Les deux régions sont montagneuses et exposées aux vents océaniques, qui y amènent des précipitations abondantes ; mais le niveau des neiges perpétuelles est inférieur d'environ 800 mètres dans les terres polaires, et l'aspect actuel de ces terres est, pour autant qu'il me semble, celui que devait présenter la région des canaux de la Terre de Feu à l'époque de la plus grande extension des glaciers pléistocènes.

Quelles sont les températures moyennes de ces régions ?

Pour les canaux de la Terre de Feu, nous ne disposons que de fort

(1) *Ibid.*, Bd I, p. 313.

peu de données, et nous en possédon moins encore pour ce qui concerne les terres antarctiques.

Les moyennes connues jusqu'à présent sont les suivantes :

Punta Arenas (1)	+ 6°7		Snow-Hill (5). . . . — 11°8
Ushuwaïa (2)	+ 6°5		
Cap Horn (3)	+ 5°5		Scotia Bay (6). . . . — 5°4
Île des Etats (4)	+ 6°3		Île Wandel (7) — 5°4
Moyenne = + 6°2			

Pour une différence du niveau des neiges perpétuelles de 800 à 900 mètres, nous avons donc là une différence dans les températures moyennes d'au moins 10 à 12°.

Si donc une étude plus approfondie du relief et des conditions météorologiques des deux régions permet de maintenir l'analogie, les données recueillies ne manqueront pas d'élucider une partie du problème du climat de l'époque glaciaire. Car on pourra tout au moins établir de combien de degrés a dû s'abaisser la température dans la région magellanique pour que les glaciers viennent à descendre jusqu'au niveau qu'ils ont occupé. Je dis avec intention : dans la région magellanique, car parfois, lorsqu'on parle de l'abaissement de la température de l'époque glaciaire, et que l'on cite le chiffre de 4°, on s'exprime absolument comme si ce chiffre s'appliquait à toutes les régions du globe indifféremment.

Or, il serait inconcevable que des calottes d'inlandsis, telles que celles qui ont existé dans le nord de l'Europe et dans l'Amérique septentrionale, n'eussent pas modifié profondément les régimes météorologiques des pays voisins ainsi que la circulation générale de l'atmosphère de tout l'hémisphère boréal. La distribution des climats — en dehors même des régions envahies par les glaces — a dû, incontestablement, avoir été tout autre. Et, rien que par ce fait, il paraît inadmissible que l'abaissement de la température se soit produit par-

(1) ARCTOWSKI, *Ciel et Terre*, numéro du 16 juin 1900.

(2) LEPHAY, *Mission scientifique du cap Horn*, t. II, p. 138**.

(3) *Ibid.*, p. 271*.

(4) ARCTOWSKI, *Ciel et Terre*, numéro du 1^{er} décembre 1900.

(5) BODMAN, *Petermann's Geographische Mitteilungen*, 1904, Heft 5.

(6) MOSSMAN, *The Scottish Geographical Magazine*, August 1905.

(7) J.-J. REY dans CHARCOT : *Le Français au Pôle Sud*, p. 367.

tout de la même façon, et qu'il puisse être exprimé par une simple différence — et la même différence — des moyennes annuelles de la température (1).

HENRYK ARCTOWSKI.

LES VENTS DANS LE DÉTROIT DE MESSINE

Dans la région du détroit de Messine (2), en Sicile, se trouvent distribuées huit stations météorologiques, qui fournissent d'intéressantes observations. Comme cette région a une grande importance, soit par suite du passage continual des navires, soit pour les études que beaucoup de savants y ont entreprises, des renseignements sur la direction des courants aériens doivent être intéressants. Dans le tableau suivant nous donnons la fréquence, par saisons météorologiques, des diverses directions.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calmé
HIVER									
Stromboli . . .	23	20	28	33	13	22	55	66	10
Salina. . .	25	25	19	15	12	35	86	21	32
Forte Spuria . . .	25	18	3	19	21	66	42	63	23
Messina . . .	57	18	1	3	31	48	21	58	33
Taormina . . .	70	16	20	20	16	23	11	32	62
Cap Spartivento . . .	33	66	9	6	6	48	53	15	12
Cap d'Armi . . .	86	5	27	65	13	5	1	50	18
Reggio Calabria. . .	103	38	3	2	62	5	1	5	51
PRINTEMPS									
Stromboli . . .	13	4	21	43	11	26	75	65	18
Salina. . .	5	7	30	27	11	27	104	24	41
Forte Spuria . . .	30	13	1	15	21	56	51	68	21
Messina . . .	60	37	5	7	38	42	16	61	10

(1) Cet article est extrait du mémoire sur les glaciers actuels et les vestiges de leur ancienne extension dans les canaux de la Terre de Feu et les terres antarctiques découvertes par l'expédition de la *Belgica*, mémoire que l'auteur vient de publier dans les Rapports scientifiques de l'Expédition antarctique belge.

(2) L'étude complète, dont ce travail est un résumé que veut bien écrire M. Eredia pour notre Bulletin, a été publiée dans le fascicule de mars 1908 de la *Rivista Maritima* de Rome.