

correspondant ultérieurement au Dévonien et au Permian-Trias et peut avoir présenté à certains moments des localisations climatiques.

Certains géologues croient même avoir reconnu pendant cette époque l'existence d'une phase glaciaire en Australie et en Chine. Ils ne semblent du reste pas très bien fixés sur sa date exacte ; certains attribuent les tillites d'Australie qui contiennent des conglomérats à galets caractéristiques soit au Cambrien, soit à l'Algonkien. Cette question des premières périodes glaciaires est assez décevante ; il est difficile de supposer qu'il ait pu y avoir un extrême développement des calottes polaires alors que la température du globe était encore fort élevée. De plus les régions où on localise ces apports des glaciers sont bien mal placées : il faudrait admettre un déplacement important des pôles que les astronomes et les physiciens ne paraissent guère disposés à accepter en dépit de certaines théories qui les font se promener au cours des âges dans les endroits les plus variés de la surface de la Terre. En ce qui concerne l'Australie, il semble que si les conglomérats à galets des tillites révèlent bien une extension glaciaire, celle-ci se placerait à l'Algonkien ; elle serait une émanation de la calotte polaire australe qui aurait cheminé sur le pont continental qui unissait la grande île à l'Antarctide ; en effet au Cambrien, cette dernière jouissait d'un climat chaud, caractérisé par les *Archaeocyathus*, mais le fait de reculer dans le passé ce phénomène n'ajoute pas à sa vraisemblance, bien au contraire.

Silurien. — Le Silurien correspond à une de ces époques que nous avons signalée comme présentant, par suite de la position du Soleil dans la Galaxie, une grande uniformité climatique s'étendant sur toute la Terre. Et en fait la Mer à Graptolithes paraît avoir présenté une extrême homogénéité faunistique : ses avances épicontinentales doivent correspondre à trois transgressions, dont deux se placeraient à l'Ordovicien et la troisième au Gothlandien. La température des eaux marines est élevée et permet le développement des massifs de Polypiers tabulés et de Tétracorailliaires auprès desquels les Trilobites et les premiers Poissons cuirassés promènent leurs carapaces. Mais vers la fin du Silurien, le Downtonian marque un contraste net avec les étages précédents : les facies Shelley portent les indications d'une faune froide en Grande-Bretagne ; peut-être peut-on en déduire l'existence d'une phase glaciaire arctique ou tout au moins d'une extension de la banquise jusqu'à proximité des Iles Britanniques. La faune se modifie du reste profondément, les vraies Graptolithes disparaissent et les glaces d'eyntoniennes contribuent sans doute à

CHAPITRE II

APERÇU DE CLIMATOLOGIE GÉOLOGIQUE

LES CLIMATS DE L'ÈRE PRIMAIRE.

Avant le Primaire, pendant l'Archéen, sur la Terre récemment solidifiée, il est certain que les climats devaient se maintenir à une température excessivement élevée et que le mot torride est bien insuffisant pour définir. Les rayons solaires ne perçaient que rarement l'épaisse couche de vapeur d'eau qui persistait autour de la Terre. Il fallut bien des millions d'années pour que le refroidissement général de la planète fit sentir ses premiers effets et que l'abaissement thermique permit la naissance de la vie dans les Océans. Des millénaires passèrent en foule avant que la surface continentale pût connaître le premier peuplement terrestre. Il est donc évident que le climat fondamental fut de type équatorial, très chaud et très humide.

Au cours de l'Archéen et de l'Algonkien le Soleil effectua au moins six fois sa rotation galactique et peut être les grandes divisions que les géologues ont pu établir dans les terrains primitifs correspondent-elles à ces rotations. Les transgressions se succédaient sans laisser de traces. Il dut y avoir, surtout vers la fin, des alternances de phases équatoriales et de phases désertiques.

Cambrien. — Le Cambrien dut présenter au moins deux transgressions et c'est sans doute dans les eaux chaudes qui les produisaient que vivait la belle faune marine découverte par Walcott en Colombie Britannique. Le climat paraît avoir été assez uniforme pendant la plus grande partie de cette période, car on trouve des *Archaeocyathus*, sortes de Spongiaires des mers chaudes, de la Sibérie au Continent Antarctique. Les Brachipodes du genre *Lingule* qui habitent encore dans les mers tropicales à côté des *Limules*, avaient alors une vaste répartition géographique. Les transgressions prennent place au Géorgien (Annélien ou Olenellidien) et au Postdamien (Olenidien) mais entre ces deux étages régna à l'Avardien (Paradoxidien) une phase régressive. Le Cambrien, d'après le rythme des 200 millions d'années, se place à une époque

l'érosion des chaînes calédoniennes récentes et servent de préface à l'époque dévonienne.

Dévonien. — Ce plissement calédonien avait notablement accru la surface des terres émergées ; dans le nord le Continent des Vieux Grès Rouges s'étendait de la plaine russe à l'Amérique en englobant les Iles Britanniques, le Spitzberg, le Groënland ; au sud, l'Afrique se reliait à la Patagonie et au Brésil par l'Archipelémis et le Massif équatorial de l'îlot Saint-Paul ; l'Australie était rattachée à l'Antarctide. L'action éolienne accumula les sables sur de vastes étendues terrestres et le climat fondamental fut désertique. Il existait cependant par places des régions humides, des tourbières et des lacs, dans ces oasis fraîches se développèrent les premières plantes vasculaires ; c'est sans doute aussi dans un petit cours d'eau ou dans des mares du Groënland que s'ébattirent les têtards des Amphibiens Ichthyostégides, les premiers Vertébrés terrestres. Il y avait au pied des montagnes calédoniennes des fleuves et des rivières où nageaient de gros Poissons à écailles, les Crossoptérygiens et les Dipneustes qui avaient abandonné le milieu marin. Mais le domaine des sables rouges étendait son aridité sur la plus grande partie des continents et dans ce désert se cachaient sous les pierres des Mille-pattes et des Scorpions.

Trois transgressions marines importantes ont marqué l'époque dévonienne, la première au Coblentzien, la deuxième au Givétien et à l'Eifelien et la dernière au Frasnien. Les eaux sont chaudes avec des massifs de Polyptères et des Brachiopodes, les Trilobites et les Ostracodermes s'y déplacent en grand nombre. On trouve quelques localisations faunistiques, mais en général les mêmes Poissons cuirassés et les mêmes Arthropodes marins se rencontrent du Spitzberg au continent austral. L'uniformité climatique de la période précédente semble donc se continuer dans l'ensemble et s'être maintenue assez longtemps pour permettre à travers le monde la lente dispersion de ces espèces littorales ou côtières. Cependant les géologues croient avoir reconnu une phase glaciaire dans l'hémisphère austral, vers la fin du Dévonien ; et il se peut qu'au cours de la longue durée de cette période, entre deux transgressions, il y ait eu formation de provinces faunistiques.

Carbonifère. — Elles cessèrent d'exister à l'époque suivante ; le Carbonifère correspond, dans le rythme de la rotation galactique, au Silurien, avec un écart de 200 millions d'années ; un climat équatorial envahit toute la Terre dès la fin du Dévonien ; l'accroissement continental permet le développement d'une végétation exubérante de Fougères arborescentes, de Calamites, de Lepidodendrées, de

Sigillaires. La forêt tropicale étale ses frondaisons des régions arctiques au continent austral ; l'air est humide et chaud, l'eau stagne sous les ramures élevées des grands Cryptogames vasculaires et se peuple de Brachiosaures et autres Amphibiens. Autour des troncs rectilignes bourdonnent d'énormes Insectes, des Libellules gigantesques aux ailes irisées ; une odeur lourde de fermentation se dégage des accumulations végétales. Un éternel été règne sur le globe, les saisons sont à peine différenciées et les souches des arbres énormes ne présentent pas d'anneaux d'hiver. La force de la nature heureuse et prolifique se manifeste dans toute sa puissance féconde. Dans les eaux marines se retrouve le même grouillement vital ; les Polyptères érigent des massifs imposants au bord du plateau continental, les Brachiopodes pullulent, et entre deux eaux à diverses profondeurs naviguent les Nautilites et les Goniatites, agitant leurs tentacules multiples autour de leurs coquilles nacrées. Aux embouchures des fleuves passent en bancs serrés des poissons aux écailles ganoïdes brillamment émailées. D'autres évoluent lentement autour des constructions coralliennes et des grands Squales leur donnent la chasse, car les mers carbonifères sont infestées de Requins. Sur les rivages les vagues douces viennent mourir au pied des grands arbres de la forêt, rappelant la mangrove actuelle. Et ce beau paysage subsista fort longtemps dans une splendide égalité de climat.

Le Culm dinanien ne fut pas la seule transgression du Carbonifère et une seconde prit place vers la fin de la période, à l'Ouralien. Elle n'est guère marquée qu'en Russie où elle est représentée par la Mer à Fusulines. Beaucoup de géologues se représentent cette mer comme une invasion d'eaux arctiques, ce qui exclurait à notre avis son caractère de transgression, mais en fait on ne connaît pas la température des eaux où vivaient ces Foraminifères et il se peut fort bien qu'elles aient été assez chaudes, ce que confirmerait la présence de Brachiopodes. La seconde transgression du Carbonifère fut en réalité complètement masquée par les perturbations du plissement hercynien. En tous cas vers la fin de la période, l'uniformité climatique disparut et fit place à des localisations faunistiques bien marquées.

Pernien. — C'est dans ces conditions que débute le Pernien, sans contraste appréciable. Cette époque comporte deux transgressions, mais la première est bien indistincte et elle fut comme la précédente presque complètement dissimulée par les dernières convulsions du mouvement hercynien.

De même que les chaînes calédoniennes avaient, sous l'effet de

l'érosion, enfanté les déserts des Vieux Grès Rouges, de même les montagnes du dernier plissement furent à leur tour craquelées, morcelées, pulvérisées et un retour offensif des sables envahit les pays du nord en formant les déserts des Nouveaux Grès Rouges, qui semblent avoir surpassé en aridité ceux du Dévonien.

Mais l'époque permienne ne présente aucune uniformité de climat et il existe une véritable antithèse entre les deux hémisphères. Alors que les contrées boréales sont desséchées et désertiques, les régions australes connaissent une belle fertilité. Le Continent de Gondwana unit dans une splendide végétation de Pteridospermes l'Afrique australe, l'Amérique du Sud, l'Antarctide, l'Australie et même l'Inde. Dans le Karoo africain, à l'ombre des *Glossopteris*, s'opère l'élaboration tumultueuse des premiers Reptiles. Cette gestation met au jour des formes étranges d'animaux chez qui se mêlent d'archaïques caractères d'Amphibiens et même de Poissons et des particularités anatomiques annonciatrices des Mammifères. Et la même évolution prend place également dans les sables rouges des déserts du nord, en Ecosse, en Russie ; mais dans ces pays, les Théromorphes se cuirassent et se hérissent de pointes pour résister aux attaques de la nature hostile. Les grands déserts du Nord devaient connaître une plus longue durée que la végétation luxuriante de l'hémisphère austral. En effet vers la fin du Permien se produisit une extension glaciaire antarctique : les *Glossopteris* disparaissent, les Reptiles remontent vers des lieux plus cléments dans la forêt africaine, tandis que le glacier progresse jusqu'en Australie où il laisse les galets striés de ses moraines dans les couches de Kutting et de Lodinvar.

En Europe, au Thüringien, se produisit la seconde transgression permienne, la Mer du Zechstein. Elle envahit l'Allemagne, de la Belgique à la Lithuanie, remonta par l'ouest le long du continent calédonien qui s'étendait jusqu'en Mer Celtique, pour venir baigner les côtes septentrionales du bouclier scandinave et pénétra même en Russie par la Nouvelle-Zemble, entraînant avec elle une faune de Brachiopodes. Mais il ne semble pas que cette transgression ait pu arriver à modifier profondément le climat aride des terres boréales ; la Mer du Zechstein se dessécha en laissant comme traces de vastes gisements de sel gemme.

La période permienne est donc particulièrement caractérisée par l'opposition climatique entre les deux hémisphères. Au nord le désert ; au sud une végétation abondante que dévastaient des épisodes glaciaires.

LES CLIMATS DE L'ÈRE SECONDAIRE.

Trias. — Il existe une grande continuité entre le Permien et le Trias. Dans le Nord, le désert s'affirme dans l'aveuglante réverbération des sables du Buntsandstein ; dans quelques mares vivent de petits Crustacés, les Cladocères, et des Poissons, les Dipneustes ; mais ces flaques d'eau sont souvent asséchées, à tel point que pour leur permettre de survivre, la biologie de leurs habitants doit se modifier. Les Cladocères se défendent par l'épaississement de la coque de leurs œufs et la parthenogénèse, les Dipneustes s'adaptent à la respiration aérienne. Sur les dunes, les Reptiles frottent leur ventre cuirassé aux aspérités du sable ; leur évolution continue et déjà apparaissent au Karoo des êtres qui pourraient prendre place parmi les Mammifères. Le climat varie suivant les différentes régions de la Terre ; dans les contrées humides règne une belle végétation de Cycadées aux larges palmes, de Gingkos aux feuilles lobées et sur les pentes montagneuses se dressent les premières forêts de Conifères. Dans l'hémisphère austral survivent les *Glossopteris* échappées aux glaciations permienne. Le Trias comporte une importante transgression qui se produisit au Muschelkalk et qu'on pourrait appeler la Mer des Encrines ; ces beaux animaux inclinent au gré des courants leurs tiges flexibles et épanouissent leurs calices avec une grâce qui évoque celle des lys. Dans les eaux chaudes, les Polypiers abondent et de superbes Poissons au corps surélevé, les Pycnodontes, rôdent autour des massifs. Mais la transgression de la Mer à Encrines ne parait pas avoir eu d'effets profonds sur la climatologie continentale et au Keuper prit place une rapide évaporation, qui marque de cristaux de sel la place des lagunes et des bates peu profondes.

Jurassique. — Après la phase désertique boréale du Permo-Trias, la période jurassique ramena sur la Terre les conditions que nous avons déjà signalées aux époques Silurienne et Carbonifère ; le système solaire se trouvait en effet dans la même position au cours de sa rotation galactique. Aussi sur toute la planète s'établit à nouveau une parfaite uniformité climatique, de caractère équatorial. Au début du Lias, la mer commence à monter lentement par transgressions successives et atteint son maximum de niveau au Charmouthien. La forêt est formée de Cycadées, de Bennettitales, de Conifères et aussi de grandes Fougères ; l'humidité chaude entretient la luxuriance de ces essences arborescentes et les mêmes plantes se rencontrent des terres archiques au continent austral. Une reprise intense de la vie remplace la tristesse stérile du désert ; les Insectes

se sont énormément multipliés ; à côté des Libellules volent des nuées de Mouches et d'Éphémères ; des Scarabées et des Punaises des bois courent sur les troncs d'arbres et dans la mousse. Les cours d'eau sont peuplés de beaux Poissons dont les silhouettes évoquent déjà celles des Téléostéens actuels, de même les Amphibiens primitifs évoluent et l'on commence à trouver dans les marais des Salamandres et des Crapauds. Mais la prodigieuse fécondité de la Terre permet surtout le formidable développement des Reptiles ; aux embouchures des fleuves nagent les Ichthyosaures et les Pésiosaures, dans les airs volent les *Dimorphodon* qui viennent s'accrocher aux branches de la grande forêt ; dans les marais, dans une attitude de somnolence mais l'œil entr'ouvert, les Crocodiles guettent leurs proies ; parfois sous les palmes des Cycadées s'avancent lourdement les corps massifs et écailleux des ancêtres des Stégosaures, mettant en fuite d'innombrables petits Marsupiaux qui jouaient dans les ramures, car les Mammifères ont une place encore bien modeste dans la faune terrestre. Les eaux des océans regorgent d'animaux, c'est le règne des Ammonites ; on en trouve à tous les niveaux ; elles promènent leurs coquilles enroulées jusque dans les grands fonds où les rejoignent certains Poissons, ancêtres des Chimères. Alors qu'aux époques précédentes les espèces marines restaient cantonnées d'abord près des côtes, puis ensuite sur le plateau continental, il semble que c'est au Jurassique qu'elles se sont hasardées vers les abysses et que cette époque marque le premier peuplement bathyal. Puis la transgression liasique prend fin ; la mer recule à l'Aalénien pendant lequel se manifesta peut être une tendance désertique puis vient la période calme de l'Oolithhe, le climat est toujours équatorial, animaux et végétaux continuent à pulluler dans la nature prolifique. Après ce long repos commença la seconde transgression jurassique qui s'étendit du Callovien au Lustralien. Elle fut très forte et très chaude. De nouveaux Polytypes, les Hexacorallaires, construisent des massifs d'une taille jusqu'alors inégalée où vient s'abriter une faune innombrable, abondante nourriture pour les Poissons Pycnodontes. Ces grands édifices de Madréporaires se dressent sur les côtes du Continent Calédonien, à la bordure du Bassin de Paris, dans le sillon alpin, tout autour de la Méditerranée, sous forme de récifs-barrières et d'atolls avec leurs lagons. C'est dans les eaux calmes d'un lagon du sillon alpin que se déposèrent lentement les admirables calcaires lithographiques de Solenhofen, tandis que dans le ciel bleu de la Bavière les Pterodactyles et les *Archaeopteryx* effectuaient leurs premiers vols. En cette époque merveilleuse l'Europe jouissait du climat des îles de Polynésie et en Alle-

magne régnait la tiédeur de Tahiti. Cette ambiance idéale se continua jusqu'au Kimméridgien, puis la régression commença. C'est alors qu'une secousse sismique rompit le Continent Calédonien entre la Scandinavie et les Îles Britanniques, la Mer du Nord s'ouvrit vers l'Océan Glacial et les eaux de la transgression furent brutalement heurtées par un influx massif d'eaux polaires et refoulées par la masse de ces lourdes nappes marines. Une faune froide à Auceelles et à Céphalopodes arctiques envahit les mers de l'Europe occidentale. Les massifs coralliens sont détruits et disparaissent graduellement du nord au sud sous l'avance des eaux volgiennes. Ils subsistent pendant quelque temps dans la vallée du Rhône et le sillon alpin, puis reculent encore et se limitent au bassin méditerranéen. Cette extension des eaux polaires dut être en rapport avec une phase glaciaire. Au Portlandien, l'unité climatique se rompt, les provinces faunistiques, boréale, méditerranéenne, tropicale, s'individualisent. La belle harmonie du Jurassique se termine dans le froid et les glaces flottantes passent en dérive au large des côtes anglaises. Cependant l'hémisphère austral ne connaît pas encore ces vicissitudes ; la végétation équatoriale du Karroo continue à s'épanouir sur le Continent de Gondwana ; mais au Portlandien quand le froid envahit le nord du monde, une phase désertique règne en Australie, où elle se marque par les séries de Graham's Creek, de Walloon et de Bundambo. En Amérique le climat reste encore chaud et suscite l'évolution monstrueuse des grands Dinosauriens. Le comblement des fosses marines lors de la régression kimméridgienne a éloigné des côtes certains pays de l'Europe Centrale qui jouissent encore d'une température clémente. Ainsi la localisation climatique et faunistique est poussée à l'extrême à l'aurore du Crétacé.

Crétacé. — Elle se continua jusqu'à l'Aptien. La régression marine éloigne des eaux froides l'antichinal du Weald unissant le sud de l'Angleterre au Boulonnais. Alors que la faune marine arctique peuple encore les côtes du Yorkshire, la région du Pas-de-Calais connaît un climat chaud ; les *Iguanodon* se dressent au-dessus des frondaisons et des ramures. Au même moment dans les marécages de l'Amérique du Nord se meuvent péniblement les plus énormes êtres terrestres qui aient jamais existé : les formes effrayantes des Dinosauriens, les Brontosaurus, les *Diplodocus*, élèvent leurs têtes minuscules au sommet de leur cou démesuré et dominent toute la végétation environnante, mais ces géants du règne animal paraissent petits à côté des Brachiosaures aux dimensions exagérées et para-doxales. L'Afrique connaît avec les Gigantosaures le même peupl-

ment monstrueux. Dans l'hémisphère austral, le désert portlandien a fait place à une phase glaciaire, nettement postérieure à celle des contrées arctiques. C'est maintenant sur les côtes de Patagonie que régnaient les eaux froides à Aucelles et à Belemnites polaires. Avec des siècles de retard on retrouve autour de l'Antarctide les espèces boréales de la fin du Jurassique ; pour atteindre les latitudes australes, les Céphalopodes ont dû s'enfoncer profondément en passant sous l'Equateur selon les lois de la sténothermie et ils ne réappa- raissent en surface qu'à l'occasion de la phase glaciaire du pôle sud.

A l'Albien la mer commença à monter et au cours des étages ultérieurs prit place la transgression de la Mer de la Craie, la plus forte depuis l'ère primaire. La surélévation des eaux est considérable, elles empiètent sur tous les continents, envahissent toutes les parties basses de l'Europe, submergent le grand plateau africain, occupent le bassin artésien de l'Australie, inondent en Amérique la zone des prairies et viennent battre les côtes du continent antarctique. Cet énorme apport d'eaux chaudes dut provoquer un relèvement notable de la température sur la totalité de la surface de la Terre, mais cependant il n'engendra pas une complète uniformité climatique. La Mer de la Craie transporte un plankton exceptionnellement abondant : Algues, Diatomées, Coccolithes, Flagellés, Forami- nifères, Radiolaires ; tous les Protistes abondent dans le grand influx marin ainsi que les petits Crustacés, Ostracodes, Copépodes et des Crinoïdes libres comme *Utinacrinus*. Sur le plateau continental les constructions des Polyptères deviennent imposantes, mais de plus d'étranges Mollusques, les Rudistes, en se collant les uns aux autres arrivent à constituer des massifs qui font concurrence par leurs proportions à ceux des Madréporaires. Les Ammonites et les Bélem- nites se rencontrent encore partout, à tous les niveaux. C'est au Crétacé supérieur, comme effet de la grande transgression, que les océans se peuplent de myriades de Poissons osseux ; à côté des grands Tarpous, les bancs compacts des Clupes se déplacent en surface et dans les profondeurs se constitue la première faune bathy- pélagique des Téléostéens. Les surfaces continentales ont été singu- lièrement rétrécies par le débordement des eaux marines, mais les terres émergées sont verdoyantes et au milieu des plantes hiéra- tiques et rigides, héritage des flores du passé, apparaissent des arbustes souples et touffus sur lesquels s'épanouissent les premières fleurs ; leurs nuances vives jettent un éclat nouveau sur les teintes sombres des Fougères et des Conifères et déjà autour de leurs calices bourdonnent des Hyménoptères et se posent des Papillons aux ailes multicolores. Cette belle végétation sert de cadre aux combats sans

CLIMATS DES ÈRES PRIMAIRE ET SECONDAIRE.

	Transgressions	Hémisphère boréal	Hémisphère austral
Cambrien	Tr. géorgienne	Climat tropical, phase régressive acadienne.	Climat tropical
	Tr. postdamienne	Climat tropical.	
Silurien	Trois transgressions (Mer à Graptolithes)	Uniformité climatérique	à caractère équatorial.
Downtonien		Phase glaciaire à facies Shelley ?	
Dévonien	Tr. coblentzienne Tr. eifélienne Tr. frasienne	Climat désertique dominant du Continent des Vieux Grès Rouges.	Climat tropical à Calamites avec épisode glaciaire
Carbonifère	Tr. dinantienne (facies Culm) Tr. ouralienne ? (Mer à Fusulines)	Uniformité climatérique	à caractère équatorial.
Permien	Tr. artinskienne ? (Mer à Fusulines) Tr. thuringienne (Mer du Zechstein)	Climat désertique des Nouveaux Grès Rouges.	Climat tropical à Glossopteris Avec phase glaciaire australienne
Trias	Tr. du Muschelkalk	Climat désertique	Climat tropical à Glossopteris
Jurassique	Tr. charmouthienne Tr. calloviennne et lusitanienne	Uniformité climatérique	à caractère équatorial.
Portlandien		Extension de la banquise arctique	Climat désertique australien
Crétacé		Climats localisés du Crétacé inférieur.	
	Tr. de la Mer de la Craie.	Climat de caractère tropical ou tempéré.	

merci que se livrent les grands Reptiles, Tyrannosaures et Megalosaures ; dans les herbes glissent des Serpents, au-dessus planent les *Pteranodon* aux ailes démesurées et quelques Oiseaux. Et les petits Mammifères n'interrompent leurs jeux que pour dévorer avidement les œufs des Dinosauriens.

La Mer de la Craie se retira assez brusquement. La régression est totale au Danien ; et le soleil dessèche les énormes dépôts sédimentaires de la transgression crétacée.

* LES CLIMATS DE L'ÈRE TERTIAIRE.

Nos renseignements sur la climatologie de l'Ère Tertiaire sont beaucoup plus nombreux que sur les âges antérieurs ; les détails de certains phénomènes importants que nous ne connaissons que dans leurs grandes lignes au Primaire et même au Secondaire sont plus précis, tout au moins dans l'hémisphère boréal : on peut arriver à définir l'ambiance thermique d'un étage alors qu'auparavant on avait quelque peine à déterminer celle d'une époque. C'est ainsi par exemple que nous considérons qu'il y a eu au cours du Tertiaire deux transgressions, l'une très forte à l'Éocène, celle de la Mer Nummulitique, l'autre assez faible, au Miocène, celle de la Mer des Faluns et qu'elles sont séparées par la courte période oligocène. En plaçant sur le plan des grands influx marins que nous avons décrits au Paléozoïque ou au Mésozoïque ces deux transgressions, il est certain qu'elles eussent été confondues en un même mouvement et que la Mer des Faluns n'eût été considérée que comme une légère reprise de la Mer Nummulitique après une courte régression. Nous arrivons de même à déceler des phases glaciaires de minime amplitude ; il est évidemment possible que le refroidissement graduel de la Terre ait donné aux influences polaires une importance accrue. Les seules extensions du glacier qui paraissent avoir eu un grand développement sont celle du Montien et du Calabrien, placées au début et à la fin de l'Ère Néozoïque proprement dite, et qui ont déterminé de profondes modifications faunistiques. Le Tertiaire présente dans son ensemble une température plus élevée que l'actuelle, mais il n'y a pas d'uniformité climatique et les provinces faunistiques sont bien localisées.

①

* Éocène. — La Mer de la Craie présentait tous les caractères d'un immense océan équatorial ; encore au Danien, les Nautilles nageaient dans les eaux scandinaves. Puis soudain la faune change ; dans la mer les Ammonites disparaissent et sur terre le règne des grands Reptiles prend fin. C'est alors que se place l'épisode Montien et il ne paraît pas téméraire d'affirmer qu'il représente une période gla-

ciaire de forte envergure. Dans le Bassin de Paris, les géologues considèrent que débouchait en Manche un fjord dont les ramifications remontaient le long des cours de la Seine, de l'Oise et de la Marne ; il peut être la trace de quelque immense glacier qui aurait envahi le nord de l'Europe en suivant le recul des eaux marines.

A l'étage suivant, au Thanétien, la faune est encore de type boréal ; les Cyprines peuplent la zone nérifique des bassins de Londres et de Paris et leur irruption en zone tempérée se renouvellera au moment de la grande glaciation Gunz-Mindel, au Pliocène. La mer garde longtemps la trace de l'influence polaire montienne et sans doute les eaux de fusion des glaces forment de grosses masses froides comparables à l'actuel courant du Labrador. Mais par contre la terre se réchauffe rapidement et le soleil fait pousser la vigne dans les régions récemment abandonnées par les glaciers.

Au début du Sparnacien persistent des marécages dans lesquels s'ébattaient les *Coryphodon*, mais bientôt le climat devient désertique. La faune est extrêmement pauvre ; dans les savanes sautent les Sargues. Cet étage est assez étrange, car il semble avoir été le témoin d'une hégémonie provisoire des Oiseaux. La glaciation montienne a mis définitivement un terme à la suprématie des Reptiles, les Mammifères ne sont encore représentés que par quelques espèces et brusquement les Oiseaux se multiplient. Les Ratites et les Carnates occupent le monde ; les *Gastornis* du Bassin de Paris et les *Didryma* de l'Amérique du Nord se déplacent sans risques dans les sables arides comme de paisibles Autruches.

Ce paysage saharien disparaît, noyé par la grande transgression marine de l'Yprésien et du Lutétien ; la Mer Nummulitique envahit tout de ses eaux chaudes. Un climat équatorial règne sur les terres émergées ; les Palmiers, les *Sabalites*, croissent dans le Bassin de Paris et dans la vallée de la Loire ; les Crocodiles, les Tortues, les Lamantins haudent les bords des fleuves. Cette période tropicale dura fort longtemps sans avoir présenté de discontinuité ni de refroidissement marqué. Enfin la masse des eaux marines recula ; le soleil violent provoque une évaporation rapide et transforma les baies de faibles profondeurs en immenses marais salants. Au Bartonien et au Ludien, le gypse s'accumule en masses énormes et les petites mers intérieures laissées par la transgression se dessèchent. Sur les bords de ces grands lacs sales les *Palaeotherium*, semblables à des Tapirs, troublent l'eau saumâtre des marécages. Et quand tout est sec, le désert mêle ses sables aux Nummulites abandonnées sur les anciens rivages de l'Océan éocène.

Oligocène. — La grande évaporation des mers éocènes au Lutétien se termina par une phase plus ou moins désertique ; mais à l'origine de l'Oligocène, le Latorffien marque une période plus fraîche ; la température reste encore assez élevée, autour de + 20° en Allemagne ; le pays est alors couvert d'une grande forêt de Pins dont les résines fossiles ont fourni l'ambre. Les Insectes, les Arachnides qu'on y a trouvés dans un parfait état de conservation permettent de déterminer exactement l'ambiance climatérique de cette époque. Etant donnée la grande chaleur qui régnait alors sur la Terre, cet abaissement thermique peut être l'indication d'une glaciation réduite dans la zone polaire.

Le Sannoisien se traduit par un retour du désert ; le paysage devient saharien aux environs de Paris ; les marnes blanches de Panlin révèlent l'existence des Flamants roses ; et cette phase de sécheresse se continue au début du Stampien ; les grès de Fontainebleau indiquent des alignements de dunes comparables à ceux qui bordent l'ancien bassin du Tchad ; la faune assez pauvre confirme cette hégémonie désertique.

Vers la fin du Stampien, la transgression rupélienne allemande amena un peu d'humidité dans le nord de l'Europe ; les mers sont assez chaudes, mais sans excès et leur moyenne thermique doit rap- peler celle de la Méditerranée. On trouve bien des Polyptères du côté de Magdebourg ainsi que des Pleurotomes qui ne dépassent pas actuellement le seuil du Poitou, mais par contre, dans les massifs coralliens, vivent des *Leda* de type boréal et de plus de l'Alsace à l'Inde s'étendent des couches à Poissons, caractérisées par un petit Clupe, du genre *Meletta*, qui émane également de la faune septentrionale ou tout au moins méditerranéenne.

Au Chattien on assiste à une remontée des animaux et des végétaux de la zone tropicale ; la chaleur s'accroît, les Camphriers poussent autour de Strasbourg ; cette période à climat équatorial est interrompue par le refroidissement de l'étage Aquitainien, que de nombreux géologues font entrer dans l'Oligocène.

2 Miocène et Pliocène. — Le climat du Miocène fut d'une façon générale de caractère tropical. Les géologues ne paraissent pas avoir trouvé trace de phases glaciaires, mais nous savons que leur détermination est difficile à préciser, car elles se traduisent surtout par une raréfaction faunistique et la disparition de certaines espèces qui meurent ou se déplacent vers le sud, c'est-à-dire par des caractères négatifs. On ne saurait donc affirmer qu'il n'y eut pas à certains moments des extensions des glaciers dans les contrées du nord, mais il semble en ce cas qu'elles furent de faible impor-

tance et n'altèrent pas profondément le régime climatérique. La fin de la période Oligocène se marque par un climat tropical ; au Chattien les végétaux des pays chauds croissent en Europe ; mais au début du Miocène, à l'étage Aquitainien, il y eut sans doute un rafraîchissement assez marqué. Ce refroidissement est surtout sensible dans la végétation ; on assiste à une notable diminution des Palmiers et par contre les arbres à feuilles caduques venus du Nord se multiplient en Europe ; les Bouleaux, les Hêtres, les Chênes, les Chatagniers, les Saules, les Peupliers, les Erables prennent la place des plantes tropicales à feuilles persistantes. De même il faut signaler un remarquable développement des Graminées, les plantes herbacées forment pour la première fois des pâturages. Dans la faune assez pauvre apparaissent en grand nombre les ancêtres des Castors et des Rats des prairies, dont l'existence peut aussi laisser supposer un climat relativement frais.

A l'étage Burdigalien, une transgression marine se manifeste localement ; elle n'est sans doute qu'une ultime avancée de la Mer Nummulitique éocène, qui avait déjà marqué au Rupélien une tendance transgressive. Mais en Amérique du Nord un régime de steppes permet l'évolution du Cheval, du Chameau et l'apparition de formes étranges, telles que le Chameau-Girafe ou le Chameau-Gazelle. La présence de ces Camélidés et des types voisins décèle une tendance à la forme désertique.

Le Miocène moyen, comprenant les étages Helvétien et Tortonien ou Sarmatien, souvent groupés sous le nom de Vindobonien, est le témoin d'une phase tropicale de grande envergure. Les eaux équatoriales baignent les côtes d'Europe, les Nautiles nagent dans le bassin de Vienne et dans le Golfe de l'Aquitaine ; la Mer des Faluns qui occupe la Touraine et l'Anjou présente une faune comparable à celle des Antilles. Sur terre les Cyprès chauves poussent sur les rives du Golfe de Pologne et les Tulipiers dressent leurs troncs altiers dans toute l'Europe. Sur les bords de la Durance rampent d'énormes Serpents à sonnettes et dans les rivières nagent des Gavials semblables à ceux de l'Insulinde actuelle. A Perpignan on rencontre d'immenses Tortues terrestres, rappelant les grands Chéloniens des îles Galapagos ; sur les lacs de la Beauce les Flamants roses s'immobilisent dans leur position hiératique ; dans la Haute-Garonne, près de Saint-Gaudens, abondent les Lémuriens et les Dryopitthèques, ancêtres des Primates. L'ensemble de la faune évoque celle de l'Afrique tropicale ; on y retrouve même une Mouche, une Glossine, analogue à la terrible Tsé-tsé et qui propage des épizooties dans les troupeaux de Ruminants.

Au Pontien ou Sahélien se place une période de dessèchement intense correspondant à une forte régression marine. Le désert remplace la végétation tropicale ; dans le Bassin de Paris, sur les savanes, galopent les hordes d'*Hipparion* et sur l'horizon du pays chartrain se découpe la silhouette imposante du *Dinotherium* ; des Rhinocéros sans cornes, des Sangliers géants hantent les taillis épars dans les grandes plaines sableuses ; les Girafes et les Okapis, les Gazelles et les Antilopes s'enlèvent à l'approche des grands Félines. Le Miocène prend fin dans la sécheresse et l'aridité.

Les étages Astien et Plaisancien du Pliocène marquent un refroidissement qui va en s'accroissant graduellement ; le climat devient plus humide, les Tapirs et les Mastodontes apparaissent ; au début on trouve encore des Singes comme les *Semnopithèques*, puis les espèces des pays chauds périssent ou émigrent ; l'approche de la phase glaciaire du Calabrien se fait sentir de plus en plus. Après avoir évoqué la forêt d'Afrique équatoriale, puis le désert du Sahara, le paysage devient polaire et la glaciation Gunz-Mindel nous conduit au Pleistocène.

CLIMATS DE L'ÈRE TERTIAIRE.

Succession des climats.	<i>Eocène</i>	<i>Oligocène</i>	<i>Miocène Pliocène</i>
Grande phase glaciaire	Montien	—	—
Climat humide et frais	Thanétien	Lattorfien	Aquitanien
Climat désertique	Sparnacien	Sannoisien	Burdigalien (suite)
Climat équatorial	Yprésien	Stampien	Helvétien
	Lutétien	Chattien	Tortonien
Climat désertique	Bartonien	—	Pontien
	Ludien	—	Sahélien
Climat frais	début du Lattorfien	Aquitanien	Astien
	Lattorfien	—	Plaisancien



LES CLIMATS DU PLÉISTOCÈNE.

La délimitation entre le Pliocène et le Pleistocène varie suivant que l'on a affaire à des préhistoriens ou à des géologues. L'étage Siécilien qui fait suite à la grande glaciation Gunz-Mindel est rattaché tantôt à l'une des deux périodes, tantôt à l'autre ; du point de vue climatologique, cette phase glaciaire présente une importance suffisante pour marquer une coupure et nous considérerons que le Pliocène prend fin à cette époque.

Calabrien (Glaciation Gunz-Mindel). — L'époque Pleistocène

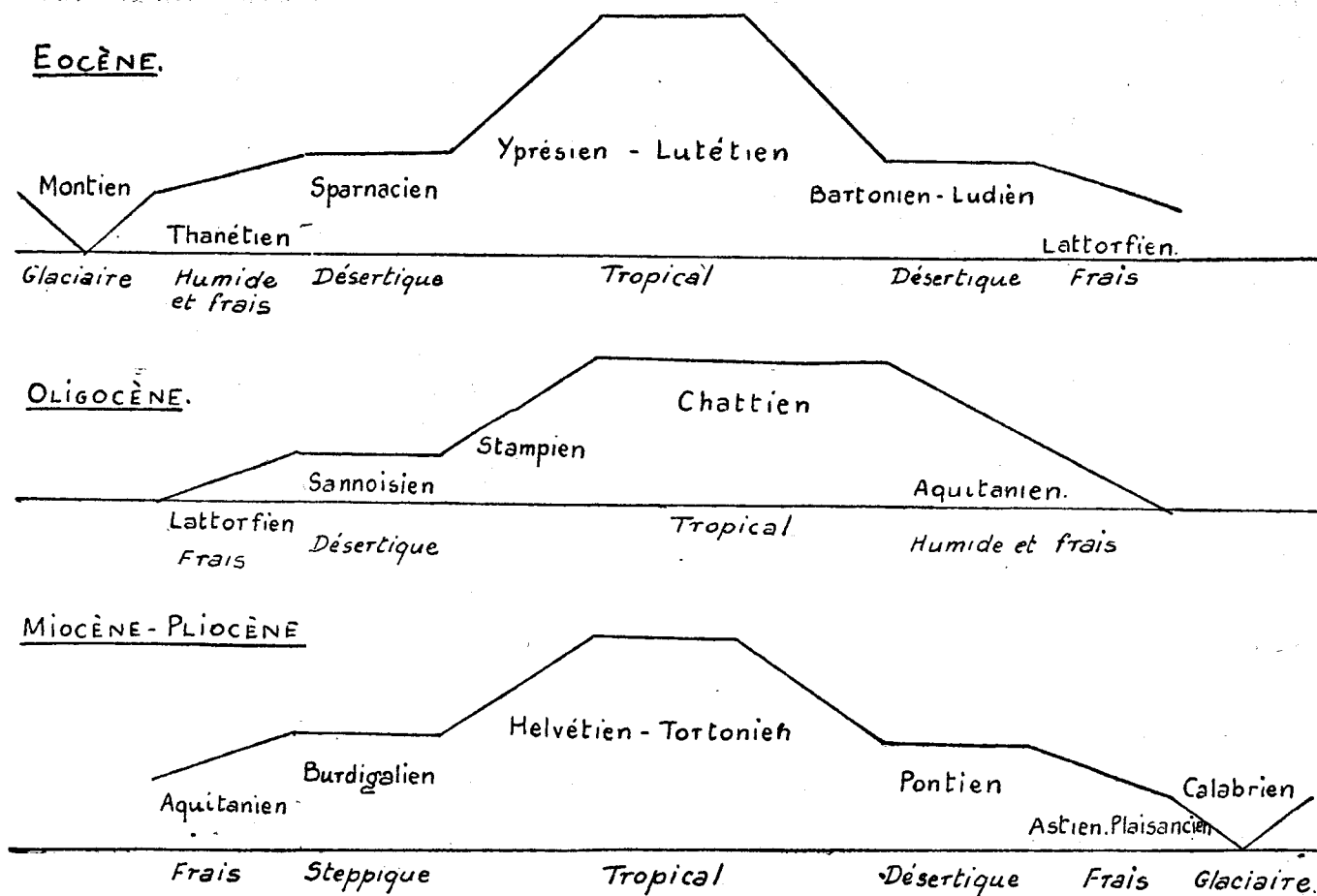


FIG. 7.

commence au moment où une énorme glaciation couvrait le nord du monde. Les glaciologues allemands l'ont parfois divisée en deux périodes, la période Gunz et la période Mindel, mais l'impossibilité de dater les moraines rend cette discrimination bien subtile et il est probable que ce sont des phases successives du retrait du même glacier qui ont donné lieu à cette interprétation ; aussi paraît-il plus simple de grouper cet ensemble en une glaciation unique que l'on peut nommer Gunz-Mindel. Pour les géologues elle correspond à l'étage Calabrien qui est classé dans le Pliocène bien qu'il serait plus logique d'admettre que c'est le maximum de l'extension glaciaire qui constitue la limite entre deux époques ; la progression du glacier serait donc pliocène et son retrait pléistocène. Quoi qu'il en soit ce phénomène climatique eut d'énormes proportions ; la banquise polaire tenait toute l'étendue des mers boréales et une accumulation de glaces couvrait le nord de l'Europe, de l'Oural à l'ouest de l'Irlande ; la Mer du Nord et la Baltique étaient alors exondées et disparaissaient sous les masses glaciaires ; en Mer Celtique, les fjords occidentaux du plateau continental du sud-ouest des Îles Britanniques, effondrés peu après, gardent la trace de cet immense débordement polaire ; la moraine méridionale devait passer sensiblement par le sud de l'Angleterre, la plaine flamande où le Mont des Cats, le Kemmel, la butte de Cassel servent encore de témoins, puis jalonnait l'Allemagne du nord d'ouest en est, en venant s'appuyer sur le Quadrilatère de Bohême, s'accrochait au Lysa-Gora, aux collines de Podolie et du Donetz et rejoignait l'Oural. A partir de la Bohême le grand glacier se reliait à celui des Alpes, du Jura et du Massif Central. Du côté de l'est il était arrêté par la dépression aralo-pontique, qui s'étendait du Bug à l'Obi et formait une barrière marine à son extension vers la Sibirie occidentale. Au delà de cette oasis tempérée une autre masse glaciaire couvrait l'Asie, englobant la Sibirie orientale, le grand plateau central de l'Altai au Pamir et à l'Himalaya ; la plaine chinoise fort réduite à cette époque était peut-être libre de glaces. Enfin tout le nord de l'Amérique était également enfoui sous un gigantesque inlandsis qui, de l'Alaska au Groënland, submergeait la plate-forme canadienne et vers l'est débordait dans l'Atlantique, occupant les fjords des Bancs de Terre-Neuve et du Golfe du Maine pour rejoindre la banquise en Mer de Norvège. On retrouvait des glaciers isolés dans les Pyrénées, l'Atlas, les monts Balkaniques, le Caucase et le plateau d'Arménie.

Sous l'influence de cet énorme accumulateur de froid, toutes les mers étaient peuplées de formes boréales. Le Calabrien est caracté-

risé en effet par une faune à Cyprines qui avait même envahi la Méditerranée. Toute l'Europe était transformée en toundra et c'est à un régime de steppes qu'appartenaient alors le nord de l'Afrique et de l'Arabie, ainsi que l'Iran et les vastes plaines des États-Unis. Les espèces tropicales s'étaient réfugiées dans la grande forêt équatoriale.

La faune des steppes est assez bien connue par les gisements fossiles de l'étage Villafrañchien qui représente la forme continentale du Calabrien. On y trouve des Eléphants, des Mastodontes, des Rhinocéros, des Ours, des Chevaux, des Bovides et des Cervidés. Cette association d'Eléphants, de Rhinocéros, de Boeufs et de Chevaux rappelle déjà les communautés biologiques qui caractériseront plus tard le climat frais du Moustérien.

Sicilien et Glaciation Riss. — Les géologues ont à diverses reprises déplacé cet étage en le mettant alternativement dans le Pliocène et le Pléistocène ; il ne les intéresse du reste que fort peu parce qu'il est trop récent pour eux ; il n'a pas plus de succès auprès des préhistoriens qui y ont cherché des éolithes, mais l'argumentation qu'on peut tirer de ces silex grossièrement éclatés n'est pas assez concluante pour permettre d'affirmer que des Hommes, connaissant la taille des pierres, aient vécu dans ces temps lointains et ils laissent volontiers de côté cette époque incertaine. Néanmoins il semble qu'il ait été marqué par une progression des steppes dans le nord. Le grand glacier se retire, la toundra le suit dans sa retraite et sous un climat adouci, la végétation reprend quelque force. Tous les animaux rencontrés au Villafrañchien en Italie se risquent dans les plaines de France. Après une période de sécheresse se fait sentir un refroidissement dans les contrées boréales ; c'est la glaciation de Riss ; elle marque une nouvelle offensive du glacier polaire qui sans doute ne s'était pas retiré très loin.

Chelléen. — Les glaces reculèrent à nouveau vers le nord et après avoir été frais quelques siècles, le climat se réchauffa avec une grande intensité sans se dessécher. La terre humide et chaude engendra une riche végétation et les pays tempérés, après avoir connu les vicissitudes polaires, se trouvèrent englobés dans la zone tropicale. Dans les fleuves européens s'ébattaient des Hippopotames tandis que sur les rives circulaient des Eléphants et les Rhinocéros ; de terribles Félines aux canines démesurées poursuivaient les troupeaux d'Antilopes et de Bovides, tandis que les Macaques jouent dans les arbres ; tous les hôtes de la forêt africaine peuplent nos pays. En Asie on

assiste de même à une étrange remontée de la jungle indochinoise, les Buffles se désaltèrent dans les eaux du fleuve Amour, les Orangs grimpent aux plantes équatoriales qui se dressent sur les bords du Yang-Tsé.

Cette transformation climatérique favorise le développement de l'humanité; un parent très proche du Pithécanthrope de l'Insulinde s'est avancé dans la plaine chinoise où les alluvions des grands fleuves forment les terres rouges. Le Sinanthrope s'est établi au bord du Golfe du Pe-tchi-li; accompagné de chiens robustes, il poursuit le gibier dans la plaine et quand la chasse a été mauvaise, recourt au cannibalisme, comme le témoignent les accumulations d'ossements grattés et brisés qui entourent le gisement de Chou-kou-fien. En Europe, du Pithécanthrope évolué sont issues d'autres races humaines dont on a recueilli les restes en Allemagne et en Angleterre. Des silex taillés en nombre considérable représentent l'outillage de ces hommes primitifs pour lesquels les préhistoriens ont créé l'étage Chelléen. Et l'humanité continue son évolution. Une nouvelle race apparaît, celle de Néanderthal; certes elle présente encore les caractères des anciens Hominiens, mais cependant ne s'écarte pas sensiblement des types actuels. Dans la belle période chaude du Chelléen, l'homme de Néanderthal s'étend à travers le monde, du nord de l'Europe à l'Afrique du sud où il subsistera longtemps, quand de nouveaux cataclysmes climatériques auront partiellement exterminé sa race. Cette grande phase interglaciaire dura fort longtemps; c'est à cette époque que remontent les dépôts anciens des cavernes et les alluvions des terrasses moyennes et inférieures des vallées fluviales. On doit au climat tropical du Chelléen d'avoir permis l'évolution de l'Hominiens vers l'Homme.

Moustérien et Glaciation Wurm. — Après la bienfaisante période chelléenne un refroidissement général se fit sentir à nouveau dans l'hémisphère nord. Les Hippopotames, les Antilopes et les Buffles battirent en retraite devant les pluies glaciales et se cantonnèrent définitivement en Afrique; les hivers devinrent de plus en plus rigoureux et les grands Félines émigrent à leur tour vers les pays ensoleillés. Puis la neige et les glaces envahirent les vallées; les Hommes de Néanderthal durèrent fuir et périrent en grand nombre. L'Europe était transformée en une contrée de toundras comparable à la Sibérie actuelle; à travers les plaines où croissait une maigre végétation se déplaçaient les masses énormes des Mammoth couverts de fourrure; leurs hordes paissaient paisiblement sur les vastes

PLIOCÈNE - PLEISTOCÈNE.

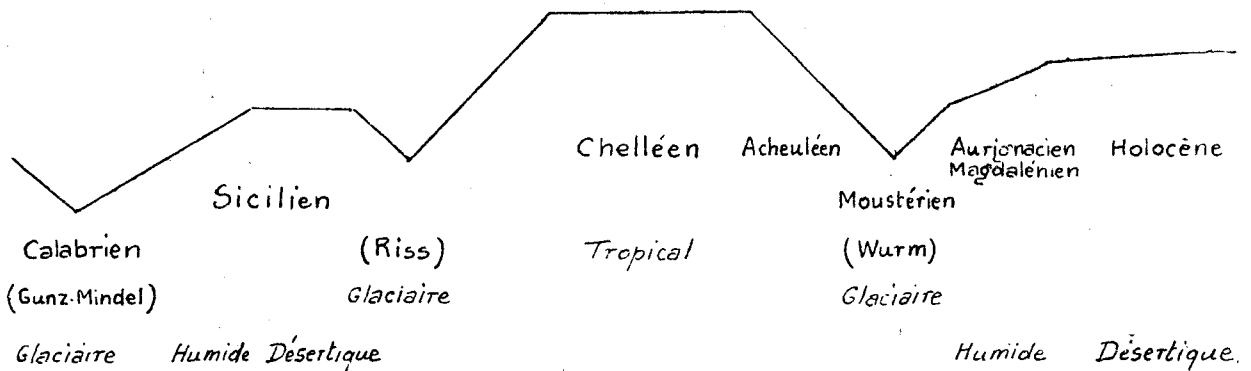


FIG. 8.

étendues désertes de la France et de l'Allemagne et sur les bords du Rhin géologique, dans la Mer du Nord alors exondée où les pêcheurs retrouvent parfois leurs ossements. Les Rhinocéros aux narines cloisonnées se frayèrent un chemin dans la neige et des combats monstrueux mettaient aux prises ces représentants d'une faune gigantesque.

On peut se demander si la glaciation Würm ne représente pas la dernière tentative d'extension du glacier pliocène déjà marquée par la glaciation Riss. Il ne semble pas qu'à aucun moment depuis le Calabrien les glaces polaires aient abandonné le nord de l'Europe; il est possible qu'au Sicilien et au Chelléen, elles aient notablement reculé, mais leur retrait ne dut pas être définitif; il dut y avoir alors de ces contrastes climatiques analogues à ceux que nous avons signalés au Portlandien où le nord de la Grande-Bretagne était entouré de glaces flottantes alors que les *Iguanodon* vivaient dans le Weald. Les glaciations Gunz-Mindel, Riss et Würm sont trop rapprochées les unes des autres pour que l'on puisse croire qu'il s'agisse de phénomènes distincts; elles appartiennent en fait à la même phase glaciaire et les deux dernières, Riss et Würm, beaucoup plus faibles, ne sont que des tentatives extrêmes, marquant la fin de la glaciation calabrienne.

Le froid régna en maître pendant le Moustérien, puis le glacier commença à régresser, le climat s'adoucit sensiblement; les Mamouths remontèrent vers les régions boréales où ils subsisteront longtemps et la steppe remplaça la toundra.

Après de longs siècles, à l'Aurignacien, de nouvelles races humaines issues du grand réservoir africain se mirent en marche vers le nord, Négroïdes de Grimaldi, de Conguel et de Mugem, Hommes de Cromagnon, chasseurs de Rennes, ils se fixèrent dans les caavernes en bordure des rivières dont le débit avait singulièrement diminué depuis la fonte du glacier et ils enfantèrent l'admirable civilisation magdalénienne. Depuis la préhistoire, le climat continue à se réchauffer lentement, la banquise recule tandis que le désert avance.

Ces hypothèses sur la climatologie du Pléistocène sont appelées à recevoir bientôt une vérification que nous ne saurions passer sous silence. En effet l'expédition suédoise de l'« *Albatross* », qui a fait le tour du monde sous la direction de l'éminent savant Hans Pettersson, a recueilli des sédiments du fond des mers à l'aide de tubes de sondages sur une épaisseur pouvant atteindre 20 mètres. Les résultats de cette croisière sont encore à l'étude, mais déjà le Docteur Fred. B. Phleger a examiné les séries de Foraminifères superposées aux

différents niveaux sur un tronçon recueilli en Méditerranée. Cette étude montre qu'avant le réchauffement actuel, certaines espèces caractéristiques marquent une phase de refroidissement qui pourrait correspondre à la glaciation würmienne; antérieurement se trouvent au contraire des formes des mers chaudes qui se placeraient à l'étage Chelléen, et plus loin encore dans le passé on aperçoit une époque très longue et très froide qui est sans doute la trace du Riss ou même du Gunz-Mindel. Ces dépôts permettront sans doute plus tard d'arriver à dater de façon précise ces importantes variations des climats marins des âges passés.

CHAPITRE III

LES CONSÉQUENCES BIOLOGIQUES
ET CLIMATÉRIQUES DE LA PÉRIODICITÉ
DES TRANSGRESSIONS Océaniques

Il est normal que la périodicité des transgressions ait une influence considérable sur la biologie des êtres marins, qui vivent dans le cadre même où ces phénomènes se produisent. Dans d'autres ouvrages nous avons montré l'importance des climats marins sur les mouvements migratoires et saisonniers des poissons, aussi nous bornerons-nous à les rappeler très sommairement. Mais nous ajouterons quelques remarques sur les Coraux et les Huîtres qui appartiennent à la faune fixée.

Les Coraux. — La périodicité transgressive se confond avec les variations oscillatoires du niveau moyen des mers, car ces deux séries de phénomènes sont assez difficiles à séparer l'une de l'autre, du fait qu'elles obéissent à un même rythme cosmique, l'onde de révolution des noeuds de l'orbite lunaire, basée sur la période 18 années, 6. A. Krempf a signalé à la suite de remarquables observations dans les mers d'Indochine que la croissance des Polyptères est en rapport avec les oscillations du niveau moyen et que ces Madréporaires peuvent même être utilisés comme des enregistreurs de ces oscillations. En effet, la limite supérieure de croissance des Coraux est donnée par le plan de surface des eaux marines. Si ce niveau était immobile et invariable, la surface terminale d'une colonie arrivée à cette limite supérieure serait toujours régulièrement horizontale ; or il n'en est rien, car le haut des récifs présente des bourrelets concentriques séparés les uns des autres par des sillons. Etant donné que l'accroissement radial des colonies d'Hexacoralliaires est des plus lents et ne dépasse guère 5 à 10 millimètres par an, les dénivellations passagères telles que les houles ou les marées journalières portent sur des périodes trop courtes pour avoir une influence quelconque sur la formation du dépôt calcaire des massifs coralliens. Il n'en est pas de même du grand rythme de révolution des noeuds de l'orbite lunaire. A un certain moment du cycle,

la différence entre le niveau des basses mers extrêmes et celui des plus hautes mers atteint son maximum ; le récif, dans ces circonstances, subit des émergences prolongées et répétées et se trouve dans des conditions tout à fait défavorables pour la croissance du Corail : la limite supérieure dans cette phase s'établit à un niveau correspondant au fond des sillons. Puis la dénivellation entre les hautes et les basses mers s'atténue et atteint son minimum au bout de 9 ans environ (9 années, 3) ; les polyptères se trouvent alors dans des conditions excellentes pour progresser, car ils sont presque continuellement immergés et la limite supérieure de croissance se place au niveau supérieur des bourrelets. Le sommet de la colonie finit par

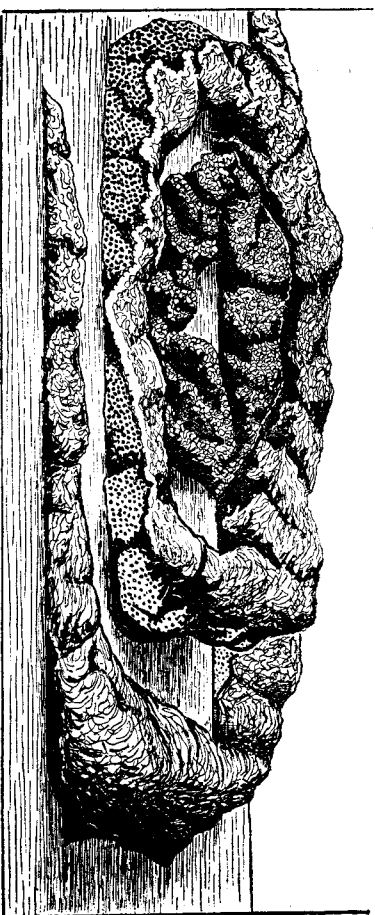


Fig. 9.

se présenter comme une série de bourrelets concentriques séparés par autant de sillons. L'intervalle entre 2 bourrelets correspond à une période de 18 années, 6 et d'après cela il est facile de calculer l'âge de certains récifs de Coraux. Les observations de A. Krempf ont surtout porté sur les massifs coralliens de la baie de Bich-Dam, dans l'île Tré, sur la côte d'Annam, dans laquelle règne en permanence un calme presque absolu ; ses constatations ont été faites sur des Octanthides, des Astreaeides, des Fungides.

Dans nos pays les Polyptères ne croissent pas en surface mais on trouve dans les profondeurs, entre 200 et 1.800 mètres, d'énormes accumulations d'Hexacoralliaires ; ces Coraux gardent des proportions modestes et le terme de massifs coralliens est peut être exagéré pour désigner leurs groupements ; sur la pente de la falaise atlantique ils se présentent plutôt comme des buissons touffus, enchevêtrés, dont l'ensemble finit par constituer de véritables barrières. Nous

avons spécialement étudié la formation de ces taillis madréporiques et constaté que leur développement était intimement lié à la présence d'un climat atlantique constant. Cette forme de climat marin est due à la présence permanente de nappes transgressives, de température et de salure élevées, dans certains golfes sous-marins profonds qui échancrent le bord du plateau continental et sont placés à l'ouest de l'Irlande, au sud-ouest de Penmarc'h et sur la côte nord d'Espagne. Or c'est précisément dans ces localités que se situent les massifs coralliens ; ils sont en effet répartis en trois groupes : les massifs irlandais (massif de la Baie de Dingle et de Hurd Bank), les massifs armórico-vendeens (massifs du Banc de la Chapelle et de la Grande Vasière), les massifs nord-ibériques (massifs cantabriques et galiciens). Ainsi les phénomènes transgressifs et les variations oscillatoires du niveau moyen des mers jouent dans le développement des Coraux de profondeur et de surface un rôle de premier ordre.

Les Huîtres. — Bien que les bancs d'Huîtres soient placés dans les eaux continentales, ces Mollusques, par suite de leur fragilité vitale, perçoivent et subissent cependant les effets des transgressions. Les étés chauds qui accompagnent les maxima transgressifs provoquent toujours une période de sécheresse qui a pour conséquence de diminuer les apports des petits fleuves côtiers à l'embouchure desquels sont situés les bancs, comme l'Odet, le Belon, les rivières de Vannes et de la Trinité, la Vilaine, la Seudre. La réduction des eaux fluviales permet une pénétration en zone littorale des eaux atlantiques. La salinité des eaux côtières se trouve singulièrement augmentée au grand préjudice des Huîtres. Celles-ci en effet ne peuvent supporter les eaux salées et périssent en grand nombre. Le maximum transgressif de 1921 eut de ce point de vue un effet déplorable ; presque toutes les Huîtres plates de la côte du Golfe de Gascogne de Penmarc'h à Arcachon moururent et ce désastre mit en péril l'ostréiculture française. Elle ne fut sauvée que par la substitution des Gryphées, appelées communément huîtres portugaises aux huîtres plates. Les portugaises résistent en effet aux salures élevées des eaux atlantiques et ne souffrirent pas de l'extension inaccoutumée de ces eaux en zone littorale. Elles en profitèrent même pour pulluler et se répandre au nord de la Loire comme aux lointaines époques préhistoriques ; elles devinrent même un danger pour les huîtres plates, car leur naissances très robuste écrasait les jeunes *Ostrea* qui venaient de se fixer sur les collecteurs. Pour repeupler les bancs en huîtres plates on eut recours aux réserves de la baie de Cancale qui avaient été épargnées

du fait que les eaux transgressives gardent en Manche une position axiale et ne pénètrent pas dans le golfe formé par le Cotentin et la côte nord de Bretagne. Après la crise de 1921-22, le retour aux conditions hydrologiques normales eut le double résultat d'arrêter vers le nord l'invasion des Gryphées et de permettre le repeuplement en Huîtres plates. C'est de cet accident transgressif que date la faveur dont les portugaises jouissent maintenant auprès du public qui jusque-là les dédaignait.

L'influence de la périodicité des transgressions sur les Huîtres s'est fait sentir sous une forme différente en Grande-Bretagne. Il existe à l'embouchure des petits fleuves britanniques un certain nombre de bancs naturels où l'on cultive ces Huîtres que les Anglais désignent du nom de « natives » et dont les plus connues proviennent de Colchester, de Whitstable et de Burnham. Pendant la durée de la grande marée séculaire de 1874 à 1896, les natives se reproduisirent avec une grande activité ; la température et la salure des eaux côtières s'élevèrent notablement par une pénétration des eaux atlantiques favorisée par la sécheresse. Ces conditions profitables se maintinrent en Angleterre avec quelques fluctuations jusque vers 1910, c'est-à-dire plusieurs années après le sommet octodécimal de 1903, puis les natives cessèrent de pondre, les bancs se dépeuplèrent et l'Angleterre dut faire appel à l'importation d'Huîtres étrangères. En 1921 les ostréiculteurs britanniques eurent une leur d'espoir car quelques émissions de naissances furent constatées, mais ce maximum octodécimal n'eut pas de répercussion prolongée. On peut inférer de ces constatations que l'activité reproductrice des bancs huîtriers britanniques ne peut se manifester que dans les périodes qui précèdent ou suivent les marées séculaires, mais cesse totalement dans les périodes interseculaires. Les vieux professionnels anglais se souvenaient d'une crise semblable qui s'était produite au début du XIX^e siècle, c'est-à-dire dans la phase interseculaire qui prit place avant et après la période de 1830 à 1848, vers le début des temps victoriens. On peut supposer que l'augmentation graduelle de l'amplitude transgressive dans la seconde moitié du XIX^e siècle, permettra un repeuplement des bancs huîtriers d'Angleterre.

Les Céphalopodes. — Les Pieuvres ou Poulpes sont très communs sur nos côtes, mais il arrive que dans certaines années, ils deviennent prodigieusement abondants ; ils font alors un immense carnage des Crabes et des Homards dont on retrouve les carapaces vidées sur toute la longueur du littoral ; ils pullulent dans les herbiers de zostères et chaque fois qu'on soulève un bloc rocheux à marée basse

on est accueilli par un jet de liquide noirâtre qui trouble l'eau de la mare et permet à la Pieuvre de s'enfuir, les tentacules étirés et dirigés vers l'arrière. Ces années de grande abondance de Poulpes correspondent à des maxima transgressifs ; les pêcheurs disent souvent que les années à Pieuvres reviennent tous les quatre ans ; elles correspondent donc bien aux sommets semi-novennaux et à leurs multiples.

Les mouvements des Encornets obéissent également à un rythme périodique du fait qu'ils progressent au large avec les eaux transgressives. Ce phénomène est particulièrement net sur les Bancs de Terre-Neuve, où ces Mollusques abondent dans les années chaudes, en surface.

Les Poissons. — Nous avons maintes fois démontré que certaines espèces de poissons accompagnent dans leurs déplacements les eaux transgressives, alors que d'autres les évitent. C'est en se basant sur ces faits que nous avons pu déterminer les bonnes et les mauvaises campagnes de Morue et de Hareng et établir que ces variations sont prévisibles.

En remontant vers le Nord, les poissons des eaux équatoriales peuvent servir de détecteurs biologiques pour calculer l'amplitude des transgressions. C'est ainsi que l'arrivée des grands Thons rouges en Mer du Nord et en Mer de Norvège, l'abondance inattendue de Poissons-lunes et de Ballistes sur nos côtes coïncident périodiquement avec les fortes avancées des eaux atlantiques.

Nous ne pouvons songer à rappeler ici les particularités biologiques de toutes les espèces qui sont influencées par la périodicité des eaux transgressives dans leurs déplacements. Toutefois nous signalerons les captures exceptionnelles d'espèces dont l'habitat normal se place en général au sud du 50° N., c'est-à-dire au large des côtes de France, de la péninsule ibérique ou en Méditerranée et qui ont été rencontrées sur les côtes de Scandinavie, au moment des sommets transgressifs de 1820, 1830, 1857, 1866 et pendant la grande marée séculaire de 1876-1894. Parmi ces hôtes inattendus de la Suède et de la Norvège, les ichthyologistes de ces pays ont signalé : le Bar, le Cernier ou Mérou des Basques, la Courbine ou Maigre, le Grisot ou Pironneau, le Pagel rouge, le Dragonet tacheté, le Saint-Pierre, le Mulet doré, le Balaou, la Cicерelle de la Méditerranée. Aux mêmes époques ont parfois apparu des Requins des mers méridionales comme le Peau-bleu, le Faucheur ou Renard-démer, ainsi que la Raie Pastenague.

Ainsi la périodicité des fluctuations transgressives a pour conséquences de changer régulièrement les limites des habitats normaux

de nombreuses espèces et de transformer complètement les positions oecologiques du monde marin.

Mais les conséquences de la périodicité des transgressions ne se bornent pas à ces variations d'amplitude dans les migrations des animaux marins, elles ont une influence générale sur la climatologie et la biologie terrestre.

RÉPERCUSSIONS CLIMATÉRIQUES GÉNÉRALES.

Europe septentrionale. — Dans l'Atlantique Nord, au large des côtes d'Europe, à l'automne, au moment des équinoxes, l'eau des régions polaires descend vers le sud en formant une couche froide et dense, c'est le front polaire, tel que l'a défini W. Bjerknes. Dans les années où les transgressions ont une forte amplitude, les eaux équatoriales qui les composent forment une barrière contre la progression du front polaire, qui dévie vers l'ouest et englobe l'Islande, le Groënland, les bancs de Terre-Neuve, alors que du côté de l'est la transgression monte le long des côtes scandinaves. L'Islande constitue alors une position avancée du front polaire ; en effet dans cette région se situent à la fois une surface de contact très mobile séparant deux couches d'air de température et de densité différentes et une énorme réserve d'énergie calorifique représentée par l'eau de la nappe transgressive ; l'Islande est donc, comme l'a dit Teisserenc de Bort, un véritable centre d'action de l'atmosphère et le climat d'hiver de l'Europe septentrionale dépend de ce centre. Dans les années de forte amplitude transgressive, il y a prédominance des vents du sud-ouest, alors que dans les années de faible transgression, le front polaire prend la suprématie. La périodicité des hivers doux ou rigoureux se trouve de ce fait liée aux variations des nœuds apsidés de la Lune. Otto Pettersson a constaté que lorsque la constellation d'un nœud apsidé en automne est dirigée vers le Soleil (direction « cis ») la température des mois d'hiver (janvier, février) est au-dessus de la moyenne et produit des hivers doux ; au contraire quand le nœud apsidé de l'automne possède la position inverse (direction « trans ») la température des mois d'hiver est au-dessous de la moyenne et provoque des hivers rigoureux. Par suite du rythme novennal de ces phénomènes astronomiques, on trouve des séries d'hivers doux ou d'hivers rigoureux espacés de neuf années. C'est ainsi qu'à Stockholm et à Berlin une série d'hivers rigoureux s'établit dans les années 1768, 1777, 1786, 1795, 1804, 1813, 1822 et par contre une série d'hivers doux à marqué les années 1858, 1867, 1876, 1885, 1894, 1903, 1912, 1921, 1930. On peut constater que

cette dernière série correspond exactement aux maxima novennaux, octodécennaux et séculaires des transgressions océaniques. Dans la série des hivers froids signalons le célèbre hiver 1812-1813 qui rendit si pénible la retraite de Russie.

Europe occidentale. — Dans l'Europe occidentale, on ne peut observer de contrastes aussi frappants qu'en Europe septentrionale; les différences saisonnières y sont moins accentuées, car le climat marin domine. Il faut de plus noter que l'influence des transgressions est beaucoup plus précoce; c'est au printemps qu'elles pénètrent dans le Golfe de Gascogne; les conséquences de leurs variations d'amplitude se font donc sentir en été; toutes les personnes âgées se souviennent des étés torrides qui marquèrent dans notre pays le grand maximum séculaire de 1883 et dont les effets se firent sentir pratiquement de 1873 à 1896; les étés de 1903 et de 1921 se signalèrent également par leur grande chaleur. Celui de 1949, s'est manifesté comme une saison estivale caractérisée, ce qui ne s'était pas produit depuis 1921. On peut donc, en tenant compte de l'amplitude des transgressions, prévoir quelle sera la température de l'été en Europe occidentale et de l'hiver suivant, en Europe septentrionale. Par contre les pronostics sur le régime des hivers dans nos régions sont difficiles à établir; il dépend en effet le plus souvent des variations climatiques de l'Europe centrale; après le solstice d'hiver, le vent d'est joue un rôle prédominant et l'influence transgressive, qui ne peut s'exercer que par vent d'ouest ou de sud-ouest, devient à peu près nulle.

Cependant il existe sur les côtes de l'Europe occidentale quelques régions favorisées où le régime des vents d'est est contrebalancé par un phénomène d'ordre océanographique, à savoir le sud-ouest de l'Irlande, les côtes de Bretagne, le pays basque et la région nord-ouest de la péninsule ibérique. Ces contrées jouissent en effet d'un climat atlantique constant pour la raison suivante: au moment où les eaux froides d'origine polaire envahissent le plateau continental, les eaux atlantiques proprement dites reculent vers le sud, mais en quelques points déterminés elles maintiennent des nappes chaudes permanentes qui sont placées en général dans les golfes sous-marins que présente le bord du plateau, à savoir le golfe profond de l'ouest de l'Irlande, placé entre le socle de cette île et le haut-fond du Banc de Porcupine, le golfe du Sud-ouest de Pennarv'h, le golfe d'Aquitaine, et une baie sous-marine située entre le Cap Ortegat et le Cap Peñas. La permanence d'eaux transgressives dans ces quatre régions précises constitue une source calorifique suffisante

pour atténuer les rigueurs de l'hiver et lutter efficacement contre les vents soufflant de l'est.

Méditerranée. — Le climat du midi de la France et de l'Europe méridionale est entièrement de caractère méditerranéen et de ce fait échappe aux variations thermiques de l'Atlantique; l'isothermie spéciale de la Méditerranée, dont les eaux profondes se maintiennent de la surface au fond à une température constante de + 13°, engendre un équilibre de température qui est la cause essentielle du climat toujours élément de cette mer intérieure. Là encore les conditions météorologiques sont entièrement subordonnées aux phénomènes océanographiques.

Amérique du Nord. — La côte orientale de l'Amérique du Nord comprend deux parties absolument distinctes du point de vue climatique: leur ligne de démarcation est fort nette et se situe au Cap Hatteras; au nord le climat appartient au régime polaire, au sud il relève du domaine tropical et la zone de transition entre ces deux extrêmes est à peu près nulle. Les eaux lourdes du front polaire entraînées vers l'ouest par la force de la rotation de la Terre, constituent, nous l'avons dit, le courant du Labrador, qui, après avoir submergé les Bancs de Terre-Neuve, envahit le plateau continental américain. Ce n'est qu'au plus fort de l'été que les nappes transgressives empiètent en surface sur la masse des eaux froides d'origine polaire qui descend jusqu'au Cap Hatteras. Aussi le régime climatique du Canada et de la Nouvelle-Angleterre est-il souvent opposé à celui des côtes d'Europe; il dépend entièrement en effet des variations d'intensité des eaux de la dérive polaire, alors que le climat européen est soumis aux fluctuations des eaux d'origine équatoriale.

Pacifique. — Le système des transgressions océaniques présente dans l'Océan Pacifique des phénomènes analogues à ceux de l'Atlantique; le front polaire y est plus réduit car le détroit de Behring, relativement étroit, ne donne pas aux glaces arctiques un libre passage, cependant au large du Kamtschatka existe une dérive polaire qui se traduit sur les côtes japonaises par un courant froid (Oya-shivo). Du côté américain se place une transgression bien marquée que j'ai pu observer au printemps de 1923. Elle remonte le long de la Californie, et ses eaux chaudes viennent baigner la Colombie Britannique; il est certain que la flore prestigieuse des sequoias géants qui descendent majestueusement des Montagnes Rocheuses vers la mer est due à ce réchauffement par les eaux d'origine équatoriale, mais la périodicité des transgressions n'a pas encore été étudiée dans ces parages. Au Japon, il se produit une

friction entre eaux polaires et eaux transgressives qui rappelle dans de moindres proportions le heurt du courant du Labrador et du Gulf Stream dans la région des Bancs de Terre-Neuve. Là aussi cette rencontre provoque la formation d'un courant chaud en bordure de la transgression, le Kuro-shivo et d'un courant froid, bordant la dérive polaire, l'Oya-Shivo. L'étrange climat du Japon, où la neige recouvre les cerisiers en fleurs est une conséquence de ce heurt entre ces eaux de températures différentes.

Océan arctique. — Les transgressions de forte amplitude en s'étendant vers le nord arrivent à toucher la grande banquise polaire et les conséquences de cette rencontre sont assez inattendues. Les eaux chaudes forment des vagues profondes qui attaquent par en-dessous la barrière de glace et en amènent un morcellement qui se traduit par la formation d'innombrables icebergs. Ceux-ci dérivent vers le sud et leur accumulation provoque de véritables obstructions dans la région groënlandaise, islandaise et sur les Bancs de Terre-Neuve. L'histoire a gardé le souvenir des événements du xve siècle où les transgressions atteignirent une force exceptionnelle par suite de la coïncidence de la grande onde de 1850 ans, perihelium-noeud apside; l'Islande et le Groënland furent bloqués complètement par les glaces polaires; nous reparlerons ultérieurement de ces importantes variations glaciaires. Rappelons cependant que le sommet novennal de 1912 fut marqué par un phénomène de même ordre: le courant du Labrador charria des glaces flottantes en quantité exceptionnelle qui envahirent les Bancs de Terre-Neuve, provoquèrent des troubles dans la navigation entre l'Europe et l'Amérique et l'un de ces icebergs fut la cause du terrible naufrage du « *Titanic* ».

Océan antarctique. — Dans l'hémisphère austral, l'influence de la grande marée séculaire de 1885 eut des conséquences encore plus redoutables. La grande banquise qui entoure le continent antarctique se fragmenta au contact des eaux chaudes et vers la fin de la période 1876-1894 les icebergs avaient atteint un nombre incalculable; ils bloquèrent la navigation entre la colonie du Cap et l'Australie; il en résulta des troubles dans le régime des mousons de l'Océan Indien; au Queensland et dans les Nouvelles-Galles-du-Sud régna une épouvantable sécheresse et tout le bétail périt dans cette catastrophe, mais dans l'Inde la sécheresse devint un véritable fléau: une terrible famine sévit en 1896 et dans les années suivantes, tous les animaux moururent de faim, il n'y eut aucune moisson sur l'étendue d'immenses territoires et plus de six

millions d'Hindous furent les victimes de ce bouleversement du régime des vents.

On peut se rendre compte par l'examen de ces quelques remarques de l'influence considérable que jouent les transgressions sur les conditions climatiques du monde entier.

CONSÉQUENCES SUR LA BIOLOGIE TERRESTRE.

Toute l'agriculture se trouve donc directement soumise à ces variations périodiques; les troubles apportés dans les saisons peuvent entraîner la perte des moissons, soit par excès de sécheresse, soit par excès d'humidité. Une étude approfondie des statistiques agricoles montrerait certainement que les fluctuations du rendement des terres cultivées sont intimement liées aux phénomènes que nous venons de décrire.

Nansen avait observé que la croissance du sapin en Norvège était en rapport direct avec l'amplitude des transgressions au large des côtes scandinaves. De même il convient de signaler que ces phénomènes ont une répercussion directe sur la qualité des vins; le raisin pour mûrir a besoin de soleil et les grandes années des crus renommés correspondent très régulièrement aux dates des marées de forte amplitude. Cette loi s'applique particulièrement aux vignobles des pays maritimes, Anjou, Bordelais, mais elle se dément rarement même dans les contrées viticoles plus éloignées de la mer, Bourgogne, Alsace. Les vins de 1865-67, de 1876-78, de 1885-89, de 1903, de 1921, et de 1947-49 se signalent par leur haut degré d'alcool qui a pu être atteint grâce aux beaux étés qui marquent habituellement les sommets transgressifs.

Dans le domaine biologique, on constate une autre conséquence des rythmes climatiques; ils déterminent en effet les « années à hannetons »; mais il faut que la température se maintienne dans des conditions favorables pendant plusieurs années par suite de la lente évolution de la larve. Ces Insectes ont abondé extraordinairement au moment de la grande marée séculaire 1876-1894 puis ils se raréfièrent, reparurent autour de 1903 et surtout de 1921. J'ai le souvenir d'avoir vu, dans cette année exceptionnelle d'amplitude transgressive, alors que je naviguais dans le Golfe de Gascogne, la mer couverte à perte de vue des élytres brunes des hannetons qui, poussés par le vent de terre, s'étaient noyés au large des côtes. On les revit entre 1930 et 1932, au moment du sommet novennal et depuis ils ont à peu près complètement disparu pendant la période interseculaire. Tout porte à croire qu'on les verra de nouveau abonder quand le maximum de 1995 commencera à

manifester son influence. La même remarque s'applique aux criquets, surtout dans le sud-ouest de la France.

Le rythme des transgressions a donc des conséquences sans nombre ; il influe sur les cultures, la croissance des arbres, il modifie le paysage par l'épanouissement des fleurs, la maturation des fruits, l'abondance des insectes et des oiseaux.

L'INTERVERSION DES CLIMATS SAISONNIERS.

Nous avons vu que le rythme de périodicité des transgressions pouvait s'inscrire : 1 — 4,6 — 9,3 — 18,6 et 111 ; — il ne porte donc pas sur des années entières mais comporte des fractions d'années, qui, traduites en mois, peuvent être approximativement évaluées à : 4 ans et 8 mois, — 9 ans et 4 mois, — 18 ans et 8 mois.

Comme nous l'avons fait remarquer au Chapitre Premier, un groupe de 3 sommets novennaux comporte une durée de 28 ans, et le rythme climatérique suit cette périodicité avec une grande netteté. En effet par suite de la valeur de ces fractions d'années, les maxima transgressifs ne se situent pas toujours au même mois ; si par exemple un sommet novennal se place en juillet, le suivant se marquera neuf ans plus tard, mais au mois de novembre et le troisième au mois de février dix ans après. Nous pouvons fournir une liste de ces variations depuis le grand sommet transgressif séculaire de 1883.

Maximum séculaire : nov. 1883	Maximum octodécim. : févr. 1921
— novennal : févr. 1893	— novennal : juil. 1930
— octodécim. : juil. 1902	— octodécim. : nov. 1939
— novennal : nov. 1911	— novennal : févr. 1949

Les conditions climatériques de l'année 1949 rappellent donc énormément celles qui régnerent en 1921.

Une question très importante est de préciser comment on doit fixer un maximum transgressif ; en effet le déplacement des eaux d'origine équatioriale vers le nord-est porte sur une durée assez longue ; nous avons pu préciser assez nettement la marche de la transgression novennale 1948-1949. Elle commença à être sensible au large des côtes marocaines vers le mois de mars 1948, où elle fut signalée par les observations de J. Furnestin ; elle passa au mois de mai et juin à l'ouest de la côte ibérique et aux mois d'août et septembre P. Arné remarqua dans le Golfe de Gascogne la présence d'une faune inaccoutumée de caractère tropical, Physalies, Coryphènes, etc... Vers novembre et décembre la transgression refoulait en Mer du Nord les harengs et y amenait des thons rouges. Puis au

début de l'année 1949, elle longeait la côte scandinave pour atteindre la Mer de Barentz en février.

Il est très difficile dans la région équatioriale de constater exactement quand commence le mouvement transgressif, par contre il est assez aisé de déterminer son arrivée, à bout de course, dans l'Océan Glacial. Il paraît donc logique de définir une transgression par son maximum d'extension, quand elle entre en Mer de Barentz. En conséquence celle de 1948-49 doit être désignée comme transgression de février 1949, bien qu'elle se soit manifestée à son début dès l'hiver 1948 en zone tropicale.

Quand un maximum transgressif se produit en été, vers juillet par exemple, ses répercussions n'affectent pas sensiblement la climatologie habituelle ; en général l'été est simplement un peu plus chaud ; en novembre son influence ne se traduit guère que par ce qu'on appelle : une belle arrière-saison. Mais il n'en est pas de même quand il se place en février ; nous assistons alors à une véritable *interversion* des climats saisonniers : dans ce cas, *l'été océanique ne correspond absolument pas à l'été astronomique*. C'est ce qui vient de se passer en 1948-49. La masse des eaux transgressives occupant la majeure partie des mers boréales, Mer du Nord, Mer de Norvège, Mer de Barentz, a provoqué un exceptionnel adoucissement des mois d'hiver. Le vent du nord atteignait en effet l'Europe septentrionale après s'être réchauffé sur les eaux atlantiques et son souffle était tiède. La neige a fait défaut en Europe Centrale et même en Norvège, où la fête traditionnelle du ski ne put avoir lieu au mois de février. L'Islande, l'ouest du Canada ont connu une température hivernale inaccoutumée car la grande dérive glacée du Courant du Labrador a été des plus faibles, comme l'a démontré une absence presque totale de morues sur les Bancs de Terre-Neuve.

Cette interversion des climats résultant du décalage total de l'été océanique par rapport à l'été astronomique, tous les 28 ans, est un des aspects les plus typiques de l'influence du rythme transgressif sur la climatologie terrestre¹.

1. Ed. LE DANOIS. Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 229, pp. 671-672. Séance du 3 oct. 1949.

CHAPITRE IV

CLIMATS ET CIVILISATIONS

LA STÉNOTHERMIE HUMAINE.

De même que le peuple de la mer obéit de manière aveugle aux lois imprescriptibles des rythmes cosmiques dont les effets commandent les variations des eaux des océans, de même les mouvements des hommes se ressentent très directement des fluctuations périodiques de l'atmosphère, ainsi que la flore et la faune qui les entourent. Quand les conditions changent dans le lieu où ils sont fixés, les végétaux peuvent tenter une adaptation aux circonstances nouvelles, mais il faut que les phénomènes se modifient lentement, car leur évolution exige de longs siècles pour se réaliser ; si quelque brusque changement survient, ils disparaissent et font place à d'autres espèces. Les animaux ont le pouvoir de se déplacer, tout au moins beaucoup d'entre eux, et quand le milieu ne leur convient plus, ils émigrent. Il en est de même des hommes. Ceux-ci seraient en général fort étouffés si on leur déclarait qu'ils sont sensiblement sténothermes, et considéreraient même peut-être ce terme comme une injure à leurs performances sportives ; il est évident que l'homme est susceptible de supporter certains écarts de température, mais si ces écarts sont trop accentués, il en souffre et même en meurt. Le Gouvernement danois a pris au Groënland des mesures sévères pour interdire toute émigration des Eskimos, car il est arrivé trop souvent que, sous le prétexte d'exhibitions, certains d'entre eux aient été emmenés en Europe et n'aient pas survécu à leur voyage ; nous avons vu de même que les contingents de Sénégalais qui étaient conduits en France au moment des guerres avaient plus à craindre les maladies de poitrine que les balles, et au bout d'un temps très court il fallait les réintégrer sous le soleil africain. Les populations des pays dits tempérés ne supportent pas beaucoup mieux les différences thermiques ; même les champions des sports d'hiver n'échappent pas à l'angoisse commune qui marque maintenant la saison froide, depuis que les moyens de chauffage sont précaires. Les Anglais abandonnent avec joie les rives embrumées et

glacées de leur île pour venir profiter du ciel de la Riviera ou de l'Italie et c'est encore le meilleur remède contre la maladie britannique de la *consumption*, prélude romantique de la tuberculose. Les longs siècles qui ont présidé à l'élaboration des races humaines ont permis à celles-ci de s'adapter à des climats fort différents, mais la conséquence de cette adaptation s'est traduite par un renforcement de leur sténothermie. Si l'optimum thermique d'un Lapon ou d'un Eskimo est voisin de 0°, celui d'un nègre du Gabon se place vers + 30° ; en France, la température reconnue comme salubre est d'environ + 18° et elle paraît un peu fraîche pour un Italien.

LES CIVILISATIONS DE NUTRITION.

Ainsi tous les peuples ont pris lentement l'habitude de vivre dans une ambiance déterminée. Celle-ci dépend de facteurs multiples dont le plus important réside dans la base essentielle de la nourriture. Il y a corrélation directe entre les moeurs et l'alimentation ; à tel point que l'on peut établir un classement des civilisations d'après la nature des éléments fondamentaux de nutrition, en particulier des céréales.

La plus ancienne de ces civilisations est sans doute celle du *millet*, et elle engloba des populations primitives ; cette plante se cultive facilement, on la trouve dans toute l'Afrique, où dans de nombreuses localités on l'écrase entre deux pierres, comme chez les Guanches des Canaries. Le millet a joué en Chine d'une faveur exceptionnelle ; chez les Tchéou, il était déifié sous le nom de Prince Millet et son culte était fort en honneur sur les hautes collines de l'ouest, au pied desquelles le Hoang-ho et la Wei roulent leurs eaux limoneuses. Il est encore adoré actuellement en Chine, bien que depuis l'époque néolithique la culture du millet ait perdu de son importance. La civilisation chinoise est du reste née de deux civilisations de céréales, celle du millet et celle du riz, importée du sud par les gens du littoral. Il est certain que la *civilisation du riz* est la plus importante de toutes par suite du nombre énorme d'individus auxquels elle fournit leur nourriture principale ; c'est à elle que se rattachent les grands réservoirs humains de l'Inde, de l'Indochine et de la Chine, et même certains peuples d'Europe comme les Italiens et les Espagnols en sont quelque peu tributaires ; au Japon, le riz est personnifié par un dieu, considéré comme spécialement bienfaisant.

Ensuite vient la *civilisation du blé* ; il est probable qu'elle a pris naissance en Mésopotamie où le *Triticum sativum* semble appartenir

à la flore indigène ; sa culture fut enseignée aux hommes par Oannés, le dieu-poisson, maître de toutes les connaissances. La déesse chaldéenne du grain était Nisaba. De Chaldée le blé gagna l'Égypte, puis tout le bassin méditerranéen ; il pénétra aussi en Chine dans des temps très anciens. La civilisation du blé règne maintenant sur presque toute l'Europe. On le consomme sous forme de pain, base fondamentale de l'alimentation française, ou en pâtes alimentaires comme en Italie. C'est la culture des grandes plaines de la zone tempérée ; la Beauce, le Piémont, la plaine hongroise, la Roumanie sont les greniers de l'Europe. En Russie méridionale, le tchernozion est ensemencé en blé depuis les Scythes royaux. En Afrique, il fournit le couscous. En Amérique du nord sa culture a pris de gigantesques proportions et les épis ondulent à perte de vue dans les immenses plaines du Canada et des Etats-Unis. Le blé est devenu le symbole de la Terre Nourricière, la Déméter des Grecs, la Cérés des Romains ; en Russie, la grande divinité était la Mere-Terre-humide, toute puissante dans ses bienfaits.

La civilisation du maïs a aussi son histoire ; chez les Maïas, qui tirent leur nom de cette plante, la déesse-maïs est la première de toutes et la plus honorée. Avant la culture de cette céréale, les Maïas étaient un peuple sauvage, mais l'enseignement que leur donna Cuculcan, le dieu-serpent-à-plumes, en leur apprenant à cultiver le maïs, les transforma et les conduisit à un haut degré de civilisation. En Europe, le maïs entre dans l'alimentation des Espagnols et des peuples balkaniques.

On peut noter aussi la civilisation du manioc, surtout africaine et ayant pour centre l'île de Madagascar.

Les civilisations du seigle et de l'orge caractérisent les régions assez pauvres du nord de l'Europe ; on cultive particulièrement ces céréales dans les Iles Britanniques et dans l'Allemagne du Nord ; en plus de son rôle alimentaire, l'orge sert de base aux boissons telles que la bière et à des alcools comme le whisky. En Armorique et dans le Massif Central existe une civilisation du blé noir ou sarazin, (*Fagopyrum esculentum*), plante de la famille des Polygonacées aux tiges rougeâtres, dont on fait des crêpes et du pain depuis l'époque des constructeurs de mégalithes.

Parmi les plus brillantes civilisations alimentaires prend place celle du vin. Son origine remonte aux temps lointains du déluge : Noé ou Unapishchim en découvrirent les propriétés toniques et joyeuses. Des monts d'Arménie, leurs peuples descendirent dans les plaines fertiles du pays de Sumer, les vigneron se firent moissonneurs et la déesse-vigne se transforma en déesse-grain, la Nisaba

dont nous avons parlé. Les Aryas apprécièrent rapidement les vins asiatiques et dans leur vaste migration, les grands cavaliers, les Kchatryas, en abusèrent maintes fois ; aussi leur Dieu Indra connaît-il les joies de l'ivresse et les actes imprudents qu'elle entraîne. La vigne gagna le bassin méditerranéen et son rôle n'est pas à dédaigner dans le développement de la civilisation antique ; les hautes cultures grecque et latine sont pour beaucoup redevables aux vignobles de l'Hellade, de l'Italie, de la Gaule et de l'Ibérie ; elles le reconnurent en définant le vin sous les noms de Dionysos et de Bacchus. La vigne a gagné les pays lointains et la Californie et l'Australie s'efforcent maintenant de concurrencer les crûs fameux de la vieille France.

La civilisation de l'olivier se confond avec la civilisation méditerranéenne. Athéna fit jaillir du sol d'un coup de sa lance un olivier, symbole pacifique de la prospérité. L'huile joue en effet un rôle fondamental dans l'équilibre de la nutrition dans ces pays où les graisses animales sont rares ou maldodorantes. Aussi dans les contrées chaudes trouvons-nous des civilisations des oléagineux, celle de l'arachide, celle de l'huile de palme, essentiellement caractéristiques de ces climats.

Parmi les civilisations les plus primitives doit figurer celle du miel ; elle a pour siège une tribu indienne perdue dans la forêt du Paraguay, les Guayakis ; le miel et la cire tiennent une place considérable dans la vie forestière de cette peuplade ; le miel est leur aliment fondamental ; ils en gardent toujours en réserve pour parer aux surprises de la chasse. Dans la Grèce antique, les abeilles étaient en grand honneur, le miel du mont Hymète était chanté par les poètes et l'Hydromel était la boisson des dieux.

Il existe deux civilisations du bétail, qui s'opposent l'une à l'autre ; celle du monton, qui caractérise le nomade ; celle du bœuf, qui prend place dans les populations sédentaires, car son élevage nécessite des prairies cultivées ou de riches pâtures bien irriguées. Tous les peuples qui ont roulé à travers les steppes ont été accompagnés dans leurs longues étapes par des moutons, qui, tout en marchant, brotaient les herbes rares des régions incultes ; par contre autour des cités, les troupeaux de bœufs paissaient paisiblement sous la garde de bouviers armés de la lance pour résister aux attaques des pillards errants. Certes les bovidés de ces époques lointaines devaient être plus habiles à la course que les lourdes bêtes qui n'ont jamais franchi les enclos des prairies de Normandie ou du Charolais et devaient rappeler ces bœufs d'Argentine qui, après avoir vagabondé dans la prairie, regagnent le ranch le soir sous la pique des gauchos. Dans la

vieille mythologie chinoise, nous avons signalé la fable du Bouvier et de la Tisseuse qui racontait que ces deux amants ne se rencontreraient qu'une fois par an ; cette légende montre comment en ces temps lointains les bouviers devaient rester en éveil loin des villes où les femmes tissaient laborieusement la soie, à l'époque Chang. Les moutons et leurs bergers jouissaient de peu de crédit dans l'Empire chinois ; les Kiang, tribu thibétaine, inquiétaient sans cesse les gens de la civilisation du bœuf qui confondaient Kiangs et moutons sous le même caractère hiéroglyphique et les utilisaient comme victimes désignées pour les sacrifices. Le nomade Abraham, avec ses troupeaux, erre aux abords du croissant fertile qui s'étend de la Mésopotamie à la Syrie, avant de trouver le lieu où il sera accueilli au moment où il veut quitter la vie errante pour une existence sédentaire. Encore de nos jours les Semites d'Arabie et les peuples de l'Afrique du Nord continuent le nomadisme antique des pasteurs et il n'y a pour eux de fête qui ne comporte un mouton grillé ou *mechouri*. L'élevage des bœufs est maintenant purement agricole dans nos régions ; il caractérise les civilisations du Nord, car les bovidés des pays subtropicaux, plus ou moins mélangés de buffles, sont d'une qualité inférieure. Les habitants des contrées septentrionales, grands mangeurs, ont besoin de la riche chair des bœufs, de leur graisse, de leur lait et de leur beurre pour résister aux rigueurs de leurs climats. La civilisation du bœuf commence là où se termine celle des oléagineux. L'Angleterre, l'Allemagne, les Pays scandinaves, le nord de la France, le Canada, les Etats-Unis, et dans l'autre hémisphère, l'Argentine, l'Afrique du Sud, appartiennent à cette civilisation. Là où le blé mûrit lentement, l'herbe pousse vite et le pâturage remplace le champ d'épis. On ne peut trouver meilleur symbole du grand cas que font les Anglais de la chair rouge des bœufs que dans la dénomination élogieuse de *beef-eaters* que le peuple donne aux vénérables gardiens de la Tour de Londres, qui ont gardé leur traditionnel costume du XVII^e siècle.

Dans les civilisations du bétail, il faut encore mentionner celle de la *chèvre*, propre aux montagnards ; et aussi celle du *renne*. On ne peut contester l'antiquité de cette dernière, car elle est caractéristique d'une époque paléolithique. Le glacier pléistocène recula vers le nord, suivi lentement par les rennes. Encore maintenant des gens d'une autre race continuent la tradition et demi-nomades, demi-sédentaires pratiquent la transhumance dans la presque île japonne et sur une notable partie de l'immense Sibérie. Quand en Sibérie centrale, la steppe remplacé la toundra, le cheval prit la place du renne, mais les sépultures de Minoussinsk évoquent l'attachement

à l'animal disparu et on y trouve pour honorer les chefs des chevaux déguisés en rennes.

Enfin comme la dernière des civilisations alimentaires nous signalerons celle du *poisson* ; elle règne sur toutes les côtes du monde ; elle accompagne la civilisation du riz en Extrême-Orient, elle domine dans la Polynésie, chez les Ethiopiens ichthyophages du golfe d'Oman ; elle est présente sur tout le littoral européen, notamment dans les Iles Britanniques et en Scandinavie. La civilisation du poisson a déclenché des guerres pour la possession du précieux aliment, le hareng a été la cause de la lutte entre la Hollande et l'Angleterre au XVII^e siècle ; de même il a provoqué la guerre russo-japonaise en 1903 pour les pêcheries de Sakhaline. C'est parce qu'elles appartiennent à cette civilisation que les populations maritimes sont si fortement enracinées sur leurs côtes et dédaignent les travaux des champs, préférant les dangers de la mer incertaine à la vie paisible des cultivateurs.

LES CIVILISATIONS DU VÊTEMENT.

Le vêtement est après la nourriture un des besoins essentiels auxquels les humains doivent pourvoir. La question vestimentaire se pose de façon moins instantanée sous les climats tropicaux, où seule la nécessité de protéger les parties sensibles de leur corps détermina les indigènes à entourer leurs reins de ceintures de feuillage ou de roseaux. Dans les pays froids, les peuples chasseurs garantirent leurs corps nus contre les morsures de l'hiver à l'aide des fourrures des bêtes qu'ils venaient de tuer ; la *civilisation des fourrures* peut donc être considérée comme la plus primitive des civilisations du vêtement. Elle garde depuis des millénaires toute sa force dans le Grand Nord, où les populations circumpolaires vivent dans des vêtements de peaux de phoque ou de renne. Les Patagons de l'hémisphère austral se couvrent de même des dépouilles des lamas et des vigognes. Au Canada et en Sibérie, les chasseurs de fourrures poursuivent les bêtes précieuses, renards bleus, skungs, lynx, visons, qui ajoutent une parure de luxe aux élégances de la zone tempérée.

On peut considérer que tous les nomades appartiennent à la *civilisation de la laine*, qui représente une forme de celle du mouton. Les Mongols de l'Asie centrale, les Arabes de l'Asie antérieure, les Touareg et les Maures de l'Afrique du Nord se garantissent sous ces climats extrêmes, à la fois du froid et du chaud par des tuniques, des manteaux, des burnous de laine. Les populations sédentaires

ont conservé la civilisation de la laine : les peuples antiques de Sumér portaient le *kannakés*, sorte de robe aux longs poils frisés et la plupart des vêtements d'hiver des populations des régions tempérées sont encore empruntés aux toisons des moutons.

Mais la culture des plantes textiles joue maintenant un rôle considérable dans l'industrie vestimentaire. L'antiquité créa la *civilisation du lin* ; en Egypte, le lin fut d'abord réservé aux classes sacerdotales et aux bandelettes funéraires des momies et la tradition en vêtait Osiris. Dans les fouilles de Suse, on a trouvé des débris de tissus de lin qui avaient servi à envelopper des vases de métal dont l'oxydation put préserver les fils ; ceux-ci montrèrent la perfection à laquelle les habitants de cette région étaient arrivés dans le tissage du lin, tant du point de vue de la finesse des étoffes que de la technique de la double torsion des fils. Puis l'usage du lin se généralisa, il se répand en Grèce et en Italie et la faveur de ce textile se continue encore de nos jours dans toute la lingerie fine. Le caractère sacré du lin persiste encore dans les traditions armoricaines où il symbolise la pureté et jouit d'un pouvoir antimaléfique. La *civilisation du chanvre* est née dans l'Inde ; dans l'occident cette plante reste utilisée pour les étoffes plus grossières. C'est à cette civilisation que dans le Moyen-Orient se rattache l'usage du *haschisch*, qui a donné au chanvre un caractère magique.

La *civilisation de la soie* consacre la période Chang, vers la moitié du second millénaire avant notre ère. Les étoffes de soie figurent dans les trésors impériaux au même titre que les bronzes et les cauris, et sont considérées comme des signes de grande richesse. Toutes les femmes et les jeunes filles sont occupées aux soins multiples que réclament l'élevage des *Bombyx* et le tissage des soieries. La Chine se transforme en une immense magnanerie. Nous avons déjà parlé du mythe de la Tisseuse et du Bouvier qui symbolise si clairement la vie chinoise de ces temps anciens. La cueillette des feuilles de mûrier s'opérait avec solennité ; les jeunes filles s'habillaient de blanc pour y procéder ; de même le dévidage des cocons était l'occasion d'une fête féminine intime, dont les hommes étaient exclus et qui donnait lieu à d'abondants goûters de fines pâtisseries. C'est sous le règne de la célèbre impératrice Jingo-Kogo (170-270) que la soie pénétra au Japon ; quelques cocons furent soigneusement transportés de Corée dans l'Empire du Soleil levant et c'est d'eux qu'est issue cette industrie nationale. Les superbes tissus d'Orient furent rapidement appréciés par les peuples de civilisation méditerranéenne et les caravanes s'organisèrent pour transporter à travers les déserts et les montagnes les étoffes précieuses aux broderies

magnifiques. La route de la soie partait de Si-ngan, dans le bassin du Hoang-ho, gagnait Touen-Hang ; de là elle atteignait les riches oasis du Tarim où l'aristocratie kouchéenne prélevait ses luxueux vêtements. Les chameaux commençaient alors à gravir les montagnes du Pamir et de col en col parvenaient à la célèbre Tour de Pierre où les attendaient les caravanes venues de l'occident ; celles-ci ayant reçu leur précieux chargement traversaient la Sogdiane, entraient en Perse et atteignaient le bassin méditerranéen. Cette route de la soie a servi de passage à bien des migrations de peuples, c'est l'itinéraire consacré qui unit le grand plateau de l'Asie Centrale au Turkestan et à l'Asie antérieure. Un autre chemin s'établit par les soins des commerçants arabes par voie maritime ; les hardis navigateurs allaient chercher les soieries chinoises jusqu'à Canton et escalatent à Malacca et à Taprobane, comme nos longs-courriers des lignes d'Extrême-Orient.

La *civilisation du coton* a dû prendre naissance dans l'Inde, il y a bien longtemps, car, bien qu'en Chine cette plante ne figure pas dans la flore indigène, on trouve des cotonniers dès l'époque néolithique, sans pouvoir en préciser la provenance. L'exploitation rationnelle du coton par les Anglais aux Indes, puis son introduction en Amérique ont donné à l'industrie cotonnière une énorme extension.

D'autres plantes textiles ont engendré des civilisations locales, que nous ne saurions énumérer ici ; citons pour mémoire le plor-minum des Maoris, les rabanes de Madagascar. En certains endroits du monde, les progrès du tissage ne se sont pas encore fait sentir ; à l'époque actuelle, certaines tribus kohlariennes de l'Inde en sont encore aux vêtements d'écorce.

LA LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE.

Ce rapide examen des civilisations de la nutrition et du vêtement fournit des indications suffisantes pour montrer que l'homme en se fixant dans une localité déterminée devient forcément tributaire des productions de son habitat ; celui-ci régit à la fois son économie interne par le régime alimentaire et son aspect extérieur par son mode vestimentaire. Sa forme d'existence se trouve donc intimement liée aux conditions climatiques qui agissent sur les plantes ou les animaux qui l'environnent et qui lui permettent de subvenir à ses besoins primordiaux. Aussi pour être assuré d'avoir constamment à sa portée ces êtres dont il dépend, l'homme a choisi pour se fixer les parties de la terre qui lui paraissaient offrir toutes garanties à cet égard. La localisation géographique des races et des peuples est donc

subordonnée aux modes des civilisations de nutrition et du vêtement auxquelles ils appartiennent. Ces adaptations spéciales ont non seulement une importance fondamentale sur l'état physique des individus, mais de plus elles ont des répercussions directes dans le domaine moral et intellectuel. Toute l'évolution de l'humanité montre que les grandes civilisations culturelles n'ont jamais pris place sous les climats extrêmes ; les populations circumpolaires et les indigènes de l'Afrique et de l'Amérique équatoriales, des îles innombrables de l'Océanie, sont restés dans un état primitif qui n'a guère varié depuis les âges reculés de leur fixation dans ces régions. Le froid rigoureux ou la chaleur torride empêchent l'homme de penser, car il doit dans le Grand Nord lutter sans cesse pour pouvoir simplement subsister et sous l'Équateur il est anéanti par les rayons accablants du soleil. C'est en zone tempérée que se sont accomplis tous les progrès qui ont donné à l'humanité la maîtrise du monde ; c'est là que sont nés les arts, les lettres et les sciences, et que sortant du fétichisme ancestral, le cerveau de l'*Homo sapiens* s'est élevé aux plus hautes conceptions de la philosophie.

A l'époque où se sont fixés les peuples qui ont enfanté les civilisations antiques, la température, comme nous le verrons plus loin était plus fraîche qu'elle ne l'est actuellement et il n'y avait pas encore de déserts. Aussi est-ce entre le Tropicque du Cancer et le quarantième degré de latitude nord qu'apparaissent les premiers efforts culturels, chez les Chaldéens et les Egyptiens. Entre les pays de Sumer et la vallée du Nil les communications étaient faciles le long du croissant fertile qui suivait la vallée de l'Euphrate et s'incurvait ensuite vers la Syrie et la Palestine. Ces deux foyers de civilisation, chaldéen et égyptien, émurent bientôt leur rayonnement dans le bassin méditerranéen ; l'Asie Mineure, la Crète, puis la Grèce participèrent bientôt aux magnifiques efforts intellectuels du monde oriental. Les Phéniciens et les Hellènes essaimèrent sur les côtes de la Mer Intérieure des colonies qui propagèrent les progrès humains. L'Orient ne se laissait pas devancer par les peuples occidentaux : de la vallée du Gange sortait le bouddhisme et la philosophie chinoise s'épanouissait avec Confucius. Peu avant l'ère chrétienne, de l'Atlantique au Pacifique, le monde antique jouissait des bienfaits de la paix romaine, de la civilisation parthe des Arsacides et de la puissance pacifique de l'empire chinois des Han.

Cependant la température s'était sensiblement réchauffée pendant les trois millénaires qui durèrent depuis les débuts des civilisations chaldéenne et égyptienne jusqu'à l'ère chrétienne ; la conquête romaine en s'avancant en Gaule commença à marquer la

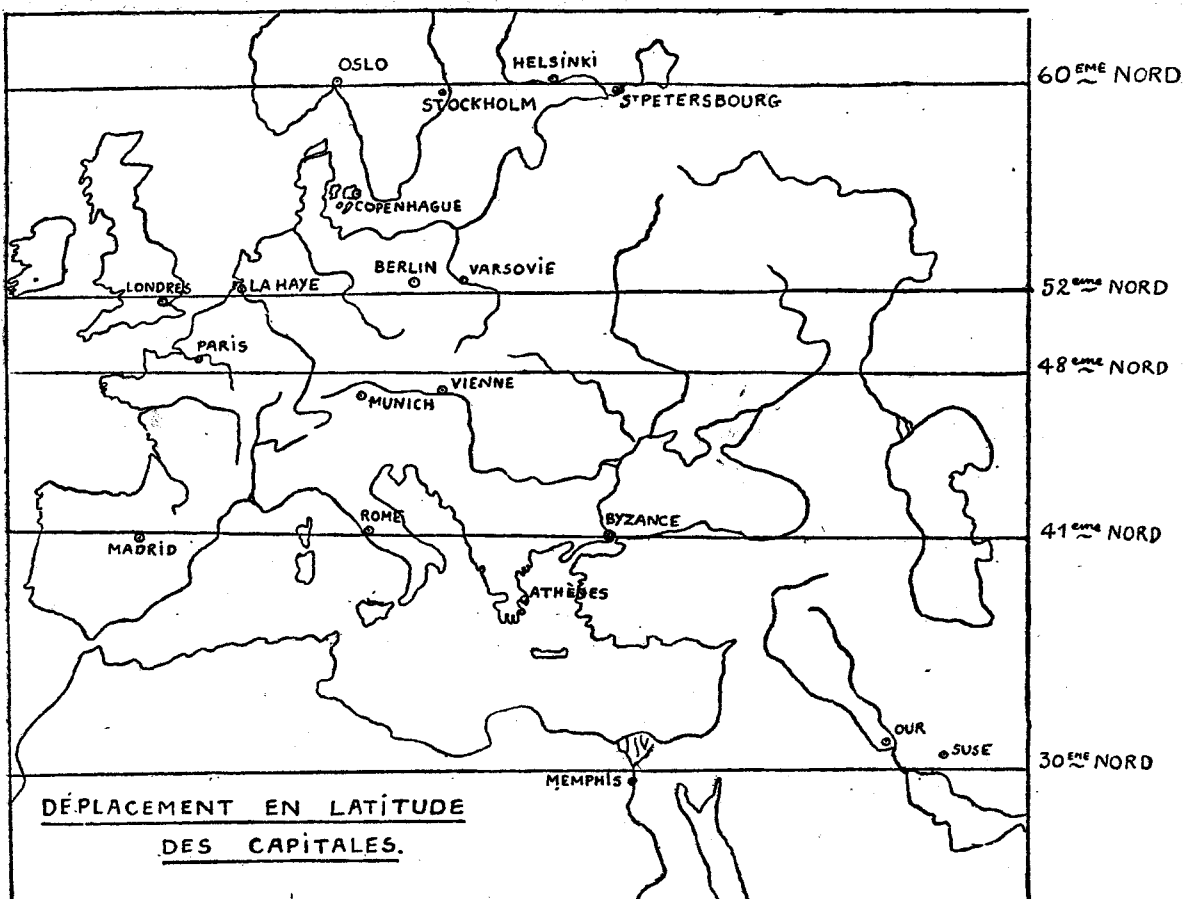


Fig. 10.

tendance à étendre vers le nord la civilisation méditerranéenne ; les succès de Charlemagne accentuèrent le déplacement culturel et bientôt le royaume de France et le Saint Empire romain-germanique comptèrent parmi les états civilisés. Les invasions des Arabes dans le nord de l'Afrique et des Mongols en Asie antérieure, secondées par la progression constante du désert, limitaient à l'Europe pour quelques siècles le domaine du développement intellectuel, car en Extrême-Orient la Chine cessait de rayonner hors de ses limites du point de vue culturel ; seule la culture aryenne de l'Inde se manifestait encore en donnant naissance aux civilisations des Khmers et des Indonésiens dont la durée fut du reste éphémère. La localisation géographique des grandes civilisations se trouvait donc déplacée vers le nord, entre le 36° et le 50° de latitude.

Le dernier terme de cette évolution fut apporté par une découverte humaine, l'utilisation du charbon de terre comme moyen de chauffage. Grâce à ce nouveau combustible, les pays du nord de l'Europe purent jouir du confort physique indispensable à toute gestation cérébrale. L'Angleterre, l'Allemagne du nord, les Etats Scandinaves s'associèrent au développement du progrès humain et la colonisation de l'Amérique étendit la civilisation aux mêmes latitudes de l'autre côté de l'Atlantique. La situation des capitales des grandes nations montre cette remontée graduelle vers le nord des centres intellectuels : c'est autour du 30° degré que se situaient Our et Memphis ; plus tard, le long du 41° échelonnement les grandes villes, Pékin, Byzance, Rome, Madrid ; après l'ère chrétienne c'est près du 48° que se construisent Paris, Munich et Vienne ; enfin la civilisation du charbon place ses capitales autour du 52° avec Londres, la Haye et Berlin, et par la suite encore plus au nord, Copenhague sur le 55°, Oslo, Stockholm et Saint-Petersbourg sur le 60°.

En Amérique on constate à des époques relativement plus récentes cette même tendance : la seule civilisation précolombienne qui mérité d'être spécialement mentionnée, celle des Maïas, se plaçait sur le 20° degré de latitude nord ; lors de la conquête européenne les premiers établissements prospérèrent d'abord en Louisiane par 30° N. et ce n'est que plus tard que les grandes villes américaines se situèrent autour du 41° degré.

Cette extension graduelle de la civilisation vers les latitudes septentrionales s'est du reste accompagnée de modifications climatiques ; il paraît assez certain que la pensée humaine exerce toute sa puissance créatrice par une température moyenne de + 20°/25° ; c'est ce niveau thermique qui devait régner en Chaldée

et en Basse-Egypte au moment où fleurissaient les civilisations d'Our et de Memphis ; plus tard il représente les conditions optima de la grandeur romaine de Rome à Byzance ; avec une légère diminution de la moyenne thermique qui la place entre + 18° et + 20° fleurissent les esprits cultivés de Paris et de Vienne. Dans l'hémisphère austral, les régions de civilisation sont localisées sensiblement de façon homologue ; l'antique culture incaïque occupe le Pérou par 15° de latitude sud ; les civilisations modernes de l'Argentine et de l'Afrique du sud se situent plus au sud, autour du 30°. En conclusion, de même que les civilisations de nutrition et du vêtement, la maîtrise intellectuelle est dans une large mesure subordonnée à des conditions climatiques déterminées qui seules permettent son développement.

LES MIGRATIONS HUMAINES.

En conséquence toute variation apportée par des fluctuations thermiques dans le cadre naturel qu'ont choisis les peuples pour leur fixation provoque immédiatement une transformation profonde de leurs habitudes et si les changements sont trop brusques et trop profonds, il ne leur reste qu'une solution : partir.

Certains auteurs ont considéré que l'homme possédait un « instinct migratoire » qui l'entraînait sans cesse à se déplacer ; il semble au contraire qu'il cherche presque toujours à se fixer dès qu'il a trouvé le site qui lui convient et qu'il ne l'abandonne que lorsqu'il y est contraint par des circonstances en général indépendantes de sa volonté. Evidemment on cite des exemples de peuples toujours en mouvement comme les Tziganes, mais on ne peut généraliser ce cas exceptionnel et doter l'humanité tout entière des moeurs d'un tribu qui, même dans l'Inde, son pays d'origine, était regardée avec crainte et défiance, car le plus net des moyens d'existence de ces perpétuels errants était le vol et le brigandage.

Il ne faut pas confondre avec les migrations les déplacements nomadiques réguliers qui proviennent des nécessités de la civilisation de nutrition à laquelle appartiennent certaines populations. Les peuples chasseurs ou pêcheurs sont susceptibles de mouvements périodiques car il faut qu'ils suivent le gibier ou le poisson, là où il se trouve, mais après la saison de chasse ou de pêche, ils reviennent dans une localité qui est leur habitat normal ; il en est de même des pasteurs qui, avec leurs troupeaux, couvrent parfois de longues distances, des transhumants qui habitent des régions différentes en hiver et en été. Il convient de réserver le terme de migrations aux déplacements de groupements humains qui quittent une région

sans espoir de retour, afin d'aller se fixer dans une autre contrée plus propice à leur établissement définitif. Les vraies migrations sont des mouvements de vaste amplitude effectués une fois pour toutes.

Le mouvement migratoire paraît obéir à des lois déterminées et quand les peuples ne se conforment pas à ces principes essentiels, leurs déplacements, presque toujours, se terminent mal et sont voués à de pénibles échecs. Il semble par exemple que seules réussissent les migrations qui marchent vers l'Ouest, en accompagnant pendant le jour le soleil dans sa course. La raison profonde de cette loi doit être recherchée dans le domaine cosmique et relève de la force de rotation de la Terre. Celle-ci favorise tout déplacement vers l'occident. Il ne paraît pas qu'il y ait de différence fondamentale sous ce rapport entre un flot d'eaux marines et un flot humain. Or nous savons que la force de la rotation de la Terre entraîne vers l'ouest, contre la côte américaine les eaux lourdes et passives issues de la banquise polaire et que le courant du Labrador n'est qu'une manifestation de cette force. De même une masse humaine en migration constitue un élément passif et se laisse guider sans s'en rendre compte par des influences dont la nature lui échappe à cause de l'intensité de leur puissance. Toute l'histoire de l'Europe n'est que le long récit des invasions successives venues de l'est, des profondeurs les plus lointaines de l'Asie, et qu'une force invincible conduit parfois directement, le plus souvent par étapes, jusqu'aux confins occidentaux où l'Océan forme l'ultime barrière. Certes il faut parfois des millénaires pour que ces immenses mouvements s'accomplissent dans leur totalité; bien des obstacles se dressent sur leur route; les tribus en marche cherchent à prendre quelque repos et s'établissent temporairement dans des sites qui leur conviennent; mais la marche vers l'ouest reprend et ne se termine qu'aux extrémités de la terre ferme.

C'est ainsi que les brachycéphales partis de l'Asie orientale, après avoir fait étape dans la région caucasique et dans les Monts d'Arménie et laissé sur place la race asiaticque, ont continué leur immense mouvement par l'Anatolie et les régions balkaniques; à la suite d'une nouvelle étape dans les chaînes illyriennes et les Alpes Rhétiques, ils fournissent les éléments de la race alpine, donnent naissance à la civilisation étrusque, peuplent l'Helvétie, puis le Massif Central et s'arrêtent devant l'Océan, d'une part au bord du Golfe d'Aquitaine, au pied des Pyrénées, en pays basque, et d'autre part à l'extrémité de l'Armorique.

Nous verrons plus loin que dans un mouvement migratoire

analogue, l'aristocratie des cavaliers kymriques, partie du bassin du Tarim, a entraîné dans sa marche vers l'ouest les hordes de dolichocephales blonds rencontrés dans la plaine russe et la Sibérie occidentale, qui ont déferlé par vagues successives dans la direction du soleil couchant sous les noms de Gaulois ou de Germains.

L'Océan malgré son immensité a été une barrière insuffisante pour arrêter le déplacement vers l'occident; la colonisation de l'Amérique par l'Europe est la manifestation du succès complet de cette grande migration maritime. Et à peine établis sur la côte orientale des Etats-Unis, les immigrants européens ont éprouvé le besoin de marcher encore plus loin vers l'ouest; avec leurs charriots, ils ont surmonté les dangers créés par la nature hostile et les tribus indigènes pour atteindre les bords du Pacifique et enfin, se sont arrêtés parce qu'ils ne pouvaient aller plus loin.

On ne peut citer aucune migration partie de l'Europe qui ait pénétré et ait pu se fixer en Asie. L'expédition d'Alexandre garda un caractère militaire et culturel et n'eut aucune conséquence ethnique; il revint en Grèce sans avoir laissé derrière lui autre chose que son renom et le souvenir de la haute culture hellénique. Et en Europe même on doit constater que la marche vers l'Est, le « Drang nach Osten », se termine par des désastres. De même que les transgressions océaniques luttent pour progresser vers l'est et parviennent à empiéter momentanément sur la masse passive des eaux polaires, puis finalement sont obligées de régresser pour reprendre leur position de départ, de même la plaine russe offre une résistance statique aux envahisseurs occidentaux, et, quelle que soit la valeur des conducteurs de peuples, qu'ils soient marqués par l'empreinte du génie comme Napoléon ou par celle de la démenche comme Hitler, leurs entreprises ne peuvent réussir parce que contre eux jouent des forces que la puissance humaine ne peut surmonter. Et cette même plaine russe au contraire n'a jamais fait obstacle aux peuples multiples venus d'Asie, qu'ils se soient appelés Kymris, Scythes, Huns, Avars, Sarmates ou Mongols.

Pour des raisons que nous ne saurions expliquer, il semble qu'à l'est du 100^e méridien Est, certaines migrations effectuées vers l'Est aient été couronnées de succès, l'une d'entre elles tout au moins. C'est en effet du nord-est de l'Asie que sont parties en passant le détroit de Behring les tribus qui ont peuplé l'Amérique du nord, sans doute dans le courant du quatrième millénaire avant notre ère. Il faut de même remarquer que l'Empire chinois n'a jamais pu s'étendre facilement du côté de l'ouest. Dans le Pacifique, les migrations maritimes se sont effectuées en tous sens et il est impossible

de formuler une règle quelconque pour ces déplacements en grandes pirogues. Quoi qu'il en soit dans l'immense majorité des cas, seules ont réussi les migrations vers l'ouest, et les quelques exceptions que nous avons signalées ci-dessus ne sont pas suffisantes pour diminuer la valeur de ce principe.

Toutes les races n'émigrent pas de la même façon et le mode migratoire pourrait presque avoir la valeur d'un caractère ethnique. Par exemple les Nordiques aiment à se déplacer dans les larges plaines où les hordes s'espacent librement et ne s'encombrent pas mutuellement ; ils sont toujours accompagnés de lourds bagages, car tout déplacement a pour conséquence le pillage, et les dépouilles des régions traversées s'accumulent pendant la durée du voyage sur les lourds charriots aux roues pleines où quatre javelots plantés aux coins du véhicule supportent une bâche formée de peaux de bêtes cousues grossièrement. Ils évitent les hauteurs, franchissent les montagnes aux cols les plus bas, puis s'épanouissent dans les grandes vallées fluviales dont ils suivent le cours jusqu'à ce qu'ils trouvent des gués ou des îles pour leur faciliter le passage. Les larges espaces où ils se déplacent sont favorables à l'évolution de leur lourde cavalerie en cas d'attaque et de plus ils aiment à se mouvoir dans des paysages fertiles où les troupeaux qu'ils amènent avec eux trouvent une nourriture abondante. Toutes les invasions germaniques ont toujours déferlé à travers les plaines et la stratégie allemande atteint son maximum de rendement en pays plat.

Au contraire les Alpains sont avant tout des montagnards. Sobres, ils ne recherchent pas spécialement l'abondance de nourriture des vallées cultivées ; patients, ils supportent la progression lente en file indienne le long des sentiers étroits des hautes chaînes ; économes, ils ménagent les provisions emportées avec eux dans un petit nombre de chars légers ; ils peuvent passer partout, et ils n'errant pas inutilement ; ils contournent les fleuves au-dessus de leurs sources afin de ne pas avoir à les traverser plus tard ; leur migration s'accomplit très haut, en suivant les lignes des crêtes où ils savent que leur agilité leur donnera l'avantage et où ils se sentent à l'abri de toute surprise ; ils évitent le combat au lieu de le provoquer par leurs déportements dans les contrées traversées, mais quand ils se fixent ils savent lutter jusqu'à la mort pour défendre les biens acquis par leur travail. Dans sa conquête, Rome employa la tactique alpine qu'elle avait héritée des Etrusques et c'est sur les hauteurs que se déplaçaient toujours les légions en marche.

Les causes des migrations sont multiples ; certaines dépendent du caractère même des peuples migrateurs, d'autres sont imposées par des circonstances d'ordre humain ou d'ordre naturel.

Les Barbares nordiques, lassés de leur vie difficile dans les marécages férides et les forêts obscures de la Germanie et ayant appris que d'autres peuples vivaient heureux dans une nature généreuse, abandonnèrent l'Hermannsaule au milieu des sapins et se mirent en marche vers le soleil. Ils voulaient eux aussi porter des vêtements de lin au lieu d'être couverts de peaux de bêtes, passer de la civilisation des fourrures à celle des textiles ; ils voulaient trouver les plaines riches où le vent fait frissonner les épis mûrs et dorés au lieu de cultiver péniblement de maigres céréales, quitter la civilisation de l'orge et du seigle pour entrer dans celle du blé ; ils voulaient pourvoir s'enivrer largement du jus de la vigne et se montrer de fervents adeptes de la civilisation du vin ; enfin ils désiraient à présent connaître les joies du pillage et satisfaire leurs goûts innés de destruction. L'Empire Romain étalait ses richesses pacifiques de l'Espagne jusqu'à Byzance, but de leurs désirs insatiables. Le choc fut dur, les poitrines des légionnaires formèrent un mur protecteur pour défendre la paix romaine ; mais ils étaient si nombreux et ils revinrent à l'attaque si souvent que le mur finit par céder et qu'ils passèrent. Mais l'histoire ne s'arrêta pas au jour où les Germains eurent consommé la perte de l'Empire. Ceux qui avaient profité de ses dépouilles avaient pris les habitudes des vaincus, adopté leur civilisations de nutrition et de vêtement et supportaient mal la venue de nouvelles hordes qu'à leur tour ils traitaient de barbares. Celles-ci pour arriver à leur but suivirent dans sa course victorieuse le chef mongol Attila en qui ils avaient trouvé un maître en matière de pillage. Attila sauva la civilisation gallo-romaine, et Charlemagne l'étendit en Germanie. Mais le Nordique n'a pas perdu ses appétits de conquête et son goût de dévastation ; depuis plus de mille ans il essaie périodiquement de conquérir le pays du soleil et du vin, mais chaque fois il est perdu par son habitude ancestrale du pillage et, alourdi par son butin, refoulé dans sa Germanie ancestrale.

De l'aveu des rares historiens anglais sincères, la guerre de Cent ans fut pour la nation britannique la guerre du vin. Les rois angevins, les Plantagenêts, devenus rois d'Angleterre, avaient donné le goût de ce liquide généreux aux contingents qu'ils entretenaient en Guyenne et les soudards anglo-saxons ne voulaient plus changer de civilisation et revenir à celle de l'orge. Il a fallu un siècle de luttes pour les persuader de rester dans leur île et encore maintenant le vin de Bordeaux, le claret, l'emporte sur les ales et les stouls.

les plus renommés et arrive à rivaliser avec le whisky national.

Les grandes civilisations de l'Asie ont connu les mêmes épreuves ; les Huns ou Hioung-nou, les Mongols de Djengis-khan, les Turcs de Timour-Lenk ont fini par dominer en maîtres dans les pays fleuris et prospères de la Perse et de l'Asie Antérieure, et la Chine elle-même ne leur a pas totalement échappé, mais elle a réussi à les assimiler et les farouches cavaliers se sont sinisés en adoptant les civilisations alimentaires et vestimentaires des vaincus. Par contre en Perse, en Mésopotamie, en Anatolie, servis par le dessèchement progressif, ils ont amené la steppe et le désert avec eux ; ils ont changé de latitude sans changer de civilisation ; les variations climatiques se sont chargées de réaliser le désir de Djengis-khan qui, ne connaissant que la steppe, voulait détruire les champs cultivés des riches provinces de Chine qu'il venait de conquérir pour les transformer en pâturages, et un général avisé eut grand peine à l'empêcher de mettre à exécution ce beau projet de nomade.

Les guerres ont fréquemment des conséquences migratoires car elles entraînent depuis la plus haute antiquité des déportations en masses. La plupart du temps les variations de la fortune des armes permettent aux déportés de revenir dans leur patrie, mais quand la transplantation a été très longue, certains préfèrent rester sur place et se mêlent lentement à la population ambiante s'ils sont peu nombreux, où se maintiennent en ethnie en conservant leurs usages s'ils représentent un groupement important.

Les causes de migrations involontaires sont dues le plus souvent à des variations climatiques. Le pays se transforme et ses habitants n'y trouvent plus les éléments des civilisations de nutrition et du vêtement auxquelles ils appartiennent, alors une partie émigre ; d'autres restés sur place cherchent à s'adapter jusqu'au moment où la modification de la contrée est telle qu'elle devient insuffisante pour assurer leur nourriture et ils partent à leur tour. Le type de variation climatique le plus fréquent dans les époques préhistorique et historique est dû à un dessèchement graduel du sol. A l'origine le pays est couvert de forêts et de marécages et le chasseur paléolithique y poursuit le gibier ; un premier stade du dessèchement assèche les marécages et fait reculer les limites de la forêt ; les chasseurs disparaissent, ou se transforment et fournissent les cultivateurs néolithiques ; la prairie suffit à l'élevage des premiers animaux domestiques. A la phase suivante, l'eau a diminué et les champs de céréales occupent maintenant la place des pâturages ; le cultivateur passe à l'outillage métallique ; la civilisation

sédentaire se développe et la région connaît l'apogée de sa prospérité ; mais le sol continue à se dessécher, les pluies bienfaisantes deviennent rares, la terre s'appauvrit et le paysan ne pouvant revenir à l'état barbare, émigre. Alors de nouveaux venus apparaissent, d'un niveau culturel bien inférieur aux précédents et les terres incultes laissent place à la steppe. Les nomades prennent possession du terrain et leurs troupeaux de moutons broutent l'herbe rare ; celle-ci disparaît à son tour, le sable poussé par le vent envahit tout et le désert recouvre de son uniformité les dernières traces des civilisations disparues.

Ce type d'évolution climatologique, que nous trouverons très fréquemment en étudiant l'histoire continentale, a pour effet de provoquer des migrations successives ; car chaque fois que des habitants sont contraints d'émigrer, ils doivent rechercher une contrée nouvelle pour s'établir. Or la surface de la terre fertile est assez restreinte ; pour se fixer les nouveaux arrivants n'ont souvent qu'une ressource, c'est de déloger les occupants du sol ; ceux-ci sont obligés à leur tour d'émigrer, et de prendre la place d'un autre peuple et de proche en proche, la variation climatique provoque de vastes mouvements migratoires par ses lointaines répercussions.

Nous verrons que dans le cours des âges, certaines époques se signalaient par ces perturbations humaines dues au changement du climat ; les guerres et les invasions se succèdent, la misère règne et les épidémies s'ajoutent aux autres calamités. Ce sont des périodes catastrophiques, où le niveau intellectuel baisse, où des civilisations entières disparaissent au grand préjudice du progrès humain. D'autres périodes au contraire se marquent par un régime pacifique, les hommes restent là où ils sont fixés, la terre suffit à leurs besoins, ils s'enrichissent, ont le temps de penser et les grandes civilisations se développent dans le luxe des arts et le progrès des sciences. Ce sont les périodes heureuses. Quelques études historiques vont nous permettre de constater l'influence formidable que le climat joue sur les destinées des nations.