

PIERRE PAGNEY
Professeur de Climatologie, Paris-Sorbonne

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CLIMATS TROPICAUX
DANS LEURS RELATIONS AVEC LA DYNAMIQUE GENERALE
DE L'ATMOSPHERE**

Il peut paraître étonnant d'envisager les climats tropicaux dans leurs relations avec la circulation atmosphérique des latitudes tempérées et polaires. En fait, les zones climatiques sont solidaires, du fait des liens qui les unissent à partir des circulations méridiennes, en même temps qu'à partir des flux d'énergie établis à travers les parallèles (des régions-sources intertropicales vers les régions-puits extratropicales). Cette solidarité s'exprime, d'une façon plus générale, par la relation qui existe entre la répartition des climats du globe et les grands équilibres: équilibres énergétiques du système Terre/Atmosphère, équilibre du cycle de l'eau et équilibre de la dynamique de l'atmosphère.

I LES CLIMATS ACTUELS ET LES GRANDS ÉQUILIBRES

La répartition des climats à la surface du globe peut être conçue comme le résultat d'un «système» en équilibre global. Ce système dont les éléments ont été approfondis ailleurs (10), se présente de façon simple.

A l'origine, il y a l'énergie solaire. La planète impose, pour sa part, par sa sphéricité, une

certaine répartition de cette énergie, avec déficits polaires et «tempérés» et excédents intertropicaux (déficits et excédents sont saisis dans l'ensemble Terre Atmosphère). D'où, une tendance aux échanges énergétiques méridiens des basses en direction des hautes latitudes. Ces échanges sont sous-tendus par une circulation atmosphérique méridienne, que la rotation de la Terre sur elle-même combine à une organisation en flux et centres de pression zonaux. L'expression la plus directe des échanges méridiens et de la circulation atmosphérique zonale est dans le schéma tri-cellulaire. Celui-ci comporte dans chaque hémisphère météorologique la cellule de Hadley, la cellule de Ferrel et la cellule polaire. Les mouvements tourbillonnaires à axes verticaux des latitudes moyennes écrasent, il est vrai, à ces latitudes, l'organisation tri-cellulaire. De sorte que les climats tropicaux sont dominés par la cellule de Hadley, tandis que les climats extratropicaux sont, avant tout, dépendants des tourbillons du front polaire et du jet polaire qui lui est associé.

Il faut ranger, à côté de l'apport énergétique solaire et à côté de la configuration de la planète, l'intervention du substratum géographique. C'est lui qui, à partir de l'inégale réparti-

tion des terres, des mers, des reliefs, de la végétation, introduit, à l'intérieur de la circulation atmosphérique générale (zonale et méridienne), les circulations régionales de plus ou moins grande ampleur et les manifestations localisées (mouvements convectifs).

L'énergie solaire (facteur cosmique) et la Terre, sphère assortie d'une enveloppe gazeuse, en même temps que d'un mouvement de rotation autour de son axe (facteurs planétaires), représentent donc l'entrée du système. Sa partie centrale est fournie par le comportement de l'atmosphère. La sortie correspond à la répartition des climats et à leurs caractères. En d'autres termes, c'est la mosaïque climatique du globe qui traduit le jeu sélectif des facteurs cosmiques, planétaires et géographiques sur l'atmosphère. Une rétroaction intervient cependant en direction de l'atmosphère. Certains aspects du substratum imposés par le climat (grandes forêts, paysages minéraux des déserts, surfaces océaniques et continentales englacées), suscitent, en effet, des échanges avec elle du fait de l'albedo, des flux de chaleur latente et de chaleur sensible. Or, l'atmosphère ainsi conditionnée s'impose à son tour dans les dispositions climatiques. L'auto-entretien de la forêt équatoriale (qui reçoit des pluies résultant, pour partie de l'évapotranspiration forestière), celui du désert chaud (dont le fort albedo correspond à une perte d'énergie que compensera un effet de subsidence) en sont une bonne illustration.

Cette organisation doit être considérée, par ailleurs, comme l'expression d'un équilibre global. En effet, si les climats connaissent une certaine variabilité établie autour des images «moyennes» (accidents climatiques, oscillations, tendances), ils représentent cependant une stabilité d'ensemble. La mosaïque des climats actuels peut donc être exprimée par une cartographie qui fige sans inconvénient leurs caractères moyens.

Cette stabilité résulte de la stabilité des grands équilibres planétaires. De l'équilibre radiatif tout d'abord, la planète émet autant d'énergie vers l'espace qu'elle en reçoit au sommet de son atmosphère. De sorte que sa température moyenne ne varie pas. Cet équilibre d'ensemble est assorti, il est vrai, d'un déficit et d'un excédent qui se compensent, des hautes aux basses latitudes. Le bilan de l'eau est le second des grands équilibres qui éclai-

rent l'actuelle image climatique moyenne. Ce bilan ne prend d'ailleurs en compte, à la surface de la planète, qu'une part extrêmement faible de l'hydrosphère (470.000 km³/ an pour un volume total de l'ordre d'un milliard cinq cents millions de km³). L'équilibre du bilan qui se répartit entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement continental, se manifeste par la constance du niveau marin et par celle de la teneur de l'air en vapeur d'eau. On conviendra que le troisième grand équilibre est celui de l'atmosphère et de ses mouvements. On retrouve, là, la constance de l'organisation tricellulaire et de la localisation des tourbillons des moyennes et hautes latitudes.

Ainsi, un équilibre général des grands bilans préside-t-il à l'équilibre actuel des climats. Ceci revient à dire que les rapports d'ensemble des climats inter et extratropicaux sont, par le lien de l'atmosphère, eux-mêmes constants; ce qui ne signifie pas que ces rapports, tout comme les climats eux-mêmes différents, ne connaissent pas une incessante mobilité.

Si l'on admet les relations qui viennent d'être mises en évidence dans le contexte des climats actuels, ils convient de les admettre aussi dans le contexte des climats du passé. Mais alors, à mosaïques climatiques différentes correspondent nécessairement des équilibres généraux eux-mêmes différents.

II LES CLIMATS DU PASSÉ ET LES GRANDS ÉQUILIBRES

C'est au Miocène supérieur, il y a 12 millions d'années, que la glaciation de l'Antarctique se met en place. Ainsi, jusque vers la fin de l'ère tertiaire, l'hémisphère sud connaît-il un englacement puissant. Dans le même temps, l'hémisphère nord demeure le siège d'englacements limités (glaciers de montagnes, Alaska, par exemple). C'est vers 2,5 millions d'années que les premières grandes glaciations apparaissent dans cet hémisphère. Une telle situation se confirme à l'arrivée du quaternaire, il y a 1,85 millions d'années, et se maintient, avec inclusion de phases interglaciaires, jusqu'à une époque très récente (20.000 BP = Würm supérieur). Après quoi, c'est la dégrèue qui aboutit à la mise en place des climats actuels (10).

Notre propos n'est pas d'approfondir cette évolution mais de choisir deux phases climatiques du passé qui nous permettront de mieux cerner les dispositions actuelles et ainsi, les relations des climats tropicaux avec les latitudes moyennes et les hautes latitudes. Référence étant fait à l'hémisphère nord, nous isolerons une phase chaude et une phase très froide. La phase chaude sera choisie au Pliocène inférieur et moyen; les englacements sont alors sans importance dans l'hémisphère nord. Quant à la phase froide, nous la prendrons très proche de l'actuel (20.000 BP).

A) Dans la seconde moitié de l'ère tertiaire, un hémisphère chaud

Jean DORST a souligné assez récemment que le climat régnant sur l'Amérique du nord et l'Eurasie fut, à maintes reprises, beaucoup plus doux qu'actuellement (2). Franklin PIERRE a noté, pour sa part (4), qu'avant les grandes glaciations quaternaires, le climat semble avoir été, en Afrique, assez uniforme, y compris sur le Sahara. De sorte qu'une faune peu variée (éléphants, rhinocéros, hippopotames, zèbus, girafes) se déployait des rives de la Méditerranée jusqu'au cap de Bonne Espérance. Un hémisphère nord chaud, à zonation climatique beaucoup plus indifférenciée qu'aujourd'hui, apparaît donc comme acquis. C'est dire que les bilans radiatifs connaissaient, au nord de l'Equateur et jusqu'au Pôle, des valeurs moins contrastées qu'actuellement. Par conséquent bien qu'existant, le déséquilibre de ces bilans entre basses et hautes latitudes n'engendrait pas une nécessité d'échanges méridiens aussi grande que de nos jours. Il faut, par ailleurs, admettre l'extension de la cellule de Hadley boréale au détriment de la cellule de Ferrel et plus encore de la cellule polaire. L'importance de la cellule de Hadley est, en effet, en accord avec les climats chauds boréaux de la seconde moitié de l'ère tertiaire, climats que l'on a appelés «tropicaux» jusqu'à des latitudes élevées, bien que l'analogie avec les climats tropicaux actuels soit, à notre sens, discutable, puisque ceux-ci procèdent largement des interventions polaires. Il convient de dire en outre, que l'organisation tri-cellulaire de l'atmosphère australe devait être, en particulier du fait de la puissance de la cellule po-

laire, plus proche du schéma actuel que celui de l'hémisphère opposé. La cellule de Hadley sud devait, en conséquence, déborder largement au nord de l'Equateur géographique et reporter plus ou moins loin dans l'hémisphère nord, l'équateur météorologique (la C.I.T.). Ceci confirme l'emprise des climats tropicaux au nord de l'Equateur géographique au détriment des climats «tempérés» ou «polaires». Ajoutons que l'hémisphère nord devait, en toute logique, connaître une humidité atmosphérique plus grande qu'actuellement, du fait de la forte capacité d'absorption en vapeur d'eau de l'air chaud, ce qui renforçait encore l'ambiance «tropicale».

B) Il y a 20.000 ans, un hémisphère froid

Depuis la publication de l'ouvrage de J. CHALINE relatif au quaternaire (1), des progrès très importants sont intervenus dans la connaissance des événements. Au niveau très général qui est le nôtre, il est cependant possible de réaffirmer l'importance de la dernière glaciation de l'hémisphère nord. Il y a quelques 18 à 20.000 ans, les englacements polaires occupaient alors l'Amérique du Nord jusqu'à l'emplacement actuel des grands lacs, tandis que la mer Caraïbe était plus froide qu'aujourd'hui. Les glaces recouvraient par ailleurs la plus grande partie des Iles Britanniques et atteignaient l'Allemagne du nord. Ces englacements étaient soudés entre eux par les banquises arctiques et nord-atlantiques.

Une telle situation a nécessairement répondu à des équilibres spécifiques. En ce qui concerne le bilan énergétique général, il n'est pas possible de se prononcer car on ignore les raisons du refroidissement (diminution de l'apport solaire au sommet de l'atmosphère? barrage radiatif à l'intérieur de l'atmosphère?). Il est facile, par contre, de décider des autres équilibres (bilan de l'eau, dynamique de l'atmosphère).

L'air était plus froid, au Würmien supérieur qu'aujourd'hui, la surface évaporante des mers et océans, par ailleurs, moins étendue. En conséquence, l'évaporation était inférieure à ce qu'elle est actuellement. Une partie importante de l'hydrosphère étant capitalisée, sur les continents, sous forme de glace, l'écoulement fluvial était, pour sa part, forcément restreint.

Le cycle de l'eau (évaporation, précipitations, écoulements) mettait donc en cause un volume d'eau inférieur à celui qui est mis en cause dans les conditions présentes. L'expression la plus évidente d'une telle situation est dans un niveau marin plus bas que celui que nous constatons de nos jours. C'est ainsi que, vers 17 à 18.000 BP, le maximum de la régression marine Ogolienne (référence est donc faite à l'Afrique occidentale) se situait vers -110 à -115 mètres (7).

Il s'ensuit une dynamique de l'atmosphère (et partant une répartition des climats) bien différente de l'actuelle, et différente aussi de celle que nous avons suggérée pour le Pliocène inférieur et moyen. La présence d'une forte cellule polaire boréale a eu nécessairement pour conséquence de pousser vers le sud la cellule de Hadley qui s'est par ailleurs trouvée écrasée, en latitude, du fait de la résistance du système austral de circulation (impliquant, depuis longtemps, une forte intervention de la cellule polaire). On doit donc convenir que la cellule de Hadley boréale avait, il y a 20.000 ans, moins d'ampleur qu'au tertiaire et qu'actuellement. La puissance des tourbillons à axes verticaux des latitudes «polaires» et «tempérées» devait, par contre, être grande.

La conséquence de ces dispositions sur la répartition des climats au moment de la dernière grande crue glaciaire est claire: les grands englacements s'accompagnaient, dans l'hémisphère nord, d'un décalage (par rapport à l'actuel) des zones climatiques vers le sud. De sorte que les très basses latitudes, et en particulier l'emplacement actuel des forêts sempervirentes de l'Amazonie et du Congo ne connaissaient pas l'ambiance humide (et chaude) qu'elles connaissent aujourd'hui. A. JOURNAUX et J. TRICART l'ont prouvé à propos de la forêt équatoriale latino-américaine (6 et 15). P. GIRESSSE l'a indiqué, de son côté, à propos du Congo (5). Au Congo et au Gabon, des cordons de sable ocres, attribués à l'éolien (donc à une phase aride), les courants marins froids des deux hémisphères (Canaries et Benguela) étendus loin en direction de l'Equateur, des advections d'air froid allant également bas en latitude, constituent autant de faits corrélatifs d'une forêt congolaise alors moins étendue qu'aujourd'hui.

Les climats boréaux du Pliocène inférieur et moyen étaient marqués du sceau de la tropica-

lité; ceci, en accord avec la faible part prise par la circulation polaire. Les climats des périodes de grands englacements étaient, au contraire, largement froids ou frais, avec la part prépondérante prise par la circulation polaire. Ajoutons que la glaciation boréale ayant «rattrapé» la glaciation australe, l'équilibre des deux hémisphères météorologiques était mieux établi au quaternaire qu'au tertiaire avec, du moins en phases de poussées glaciaires, écrasement et altération des climats intertropicaux au bénéfice des climats extratropicaux.

Les deux phases climatiques que nous venons d'analyser à propos de l'hémisphère nord sont fécondes pour la compréhension des climats tropicaux actuels; nous entendons ici, plus précisément, les climats tropicaux chauds et humides. C'est que la situation présente s'inscrit dans une position médiane par rapport à ces phases du passé.

On sait l'importance de la cellule de Hadley sur la distribution des climats inter et subtropicaux. A l'emplacement de l'équateur météorologique, la branche ascendante de cette cellule s'accorde avec les climats chauds et pluvieux; sa branche descendante, en accord par ailleurs avec la branche descendante de la cellule de Ferrel, éclaire les climats chauds et secs. Entre les deux se situent les climats tropicaux à saison pluvieuse d'été. L'importance relative de la cellule de Hadley dans l'hémisphère permet donc d'affirmer, corrélativement, l'importance relative des climats tropicaux. On peut ainsi établir une hiérarchie de l'extension de ces climats, en relation avec celle de l'extension de cette cellule. La cellule de Hadley très développée au tertiaire (Pliocène inférieur et moyen) est en accord avec un grand développement des climats «tropicaux». Vient ensuite l'actuel, avec une cellule moins développée. Les phases de grands englacements viennent enfin, avec l'écrasement des climats tropicaux et de la cellule de Hadley au bénéfice des climats et des circulations polaires et «tempérées froides». Il faut bien voir, cependant, que la cellule de Hadley, comme celle de Ferrel ou comme la cellule polaire, est un tourbillon statistique à axe horizontal qui, non seulement varie saisonnièrement, mais aussi dans l'espace. Il en est ainsi de l'Afrique à l'Asie orientale, ce qui permet de comprendre de l'une à l'autre, l'interruption des grands déserts, lieux des grandes subsidences.

Quoi qu'il en soit, et sans approfondir davantage, nous conviendrons que les équilibres actuels: bilans d'énergie, bilans de l'eau, circulation atmosphérique générale, et que les climats résultants, représentent un moment dans une succession d'équilibres. Ceux-ci sont nécessairement séparés par des crises, c'est-à-dire des déséquilibres tels que le passage de l'hémisphère nord boréal sans grands englacements à un hémisphère très englacé, puis aux conditions actuelles.

Le moment est donc venu de voir comment, dans le cadre de l'équilibre présent, les climats tropicaux s'inscrivent dans le schéma général, et, plus précisément, s'organisent dans leurs relations avec les climats extratropicaux, ceux-ci étant directement soumis à l'influence polaire.

III REMARQUES A PROPOS DES RELATIONS DYNAMIQUES ACTUELLES ENTRE CLIMATS INTER ET EXTRATROPICAUX

Une première remarque s'impose: notre propos s'inscrit dans la question longtemps débattue de savoir si ce sont les basses latitudes qui contrôlent la circulation atmosphérique générale (donc la circulation des latitudes moyennes et élevées) ou si c'est l'inverse. Bien que cette question doive avoir une réponse médiane, comme nous le verrons, il n'est pas sans intérêt d'en rappeler brièvement les éléments.

Au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale, le principe de la «cheminée équatoriale» considérée comme clé de voûte de la circulation atmosphérique générale est abandonnée au bénéfice des vues entièrement nouvelles de C. G. ROSSBY. Sans entrer dans les détails, constatons qu'elles donnent une part fondamentale aux latitudes extratropicales dans la circulation générale de l'atmosphère. Le dispositif central est fourni par la circulation d'ouest d'altitude aux latitudes moyennes et par les tourbillons qui lui sont associés. Il s'ensuit que c'est là, où se trouve la plus grande partie de l'énergie, qui va contrôler toute l'atmosphère de l'hémisphère météorologique. P. QUENEY s'inscrit encore, en 1974 (14) dans ces vues. Il affirme, en effet, que c'est ce courant d'ouest qui détermine la cellule de Hadley

et les phénomènes tropicaux associés. Autrement dit, et toujours selon lui, les événements tropicaux apparaissent «comme une sorte de sous-produit du courant d'ouest». Une telle vue des choses va dans le sens de P. PEDELABORDE (12) lorsqu'il affirme qu'«il est à peu près certain que la plus grande partie de l'énergie provient... de la zone polaire». La contradiction du départ «polaire» de la circulation atmosphérique avec la vieille théorie de la prééminence des basses latitudes (théorie de la cheminée équatoriale) est donc totale.

Les vues de ROSSBY ont été remises en question, depuis, par de nombreux chercheurs. Ainsi, RIEHL et MALKUS ont-ils insisté sur le fait que ce sont les basses latitudes qui constituent la source énergétique du «moteur» atmosphérique. D'où la nécessité d'échanges avec les hautes latitudes, qui sont des puits d'énergie. Il y a, là, des faits indéniables et admis. Ceci revient à dire, finalement, qu'il n'y a pas prééminence d'une zone sur l'autre; l'atmosphère de la planète se comporte comme un moteur thermique qui ne peut fonctionner qu'avec sa source froide et sa source chaude. Constatons cependant que l'importance donnée par C. G. ROSSBY et P. QUENEY aux latitudes extratropicales dans la fourniture d'énergie à la circulation générale, peut s'expliquer. Les transferts énergétiques des basses latitudes en direction des hautes latitudes ont, en effet, un gradient particulièrement fort aux latitudes moyennes où se trouvent justement les tourbillons à axes verticaux et le jet d'ouest dont les auteurs précités ont fait la clé de voûte de leur système.

En définitive, on peut résumer ainsi les relations dynamiques générales existant entre latitudes (donc climats) inter et extratropicales. Les basses latitudes distribuent leur excès d'énergie radiative aux latitudes extratropicales, sous la forme d'énergie potentielle, latente ou sensible. Ce transfert se fait surtout par l'intermédiaire de la cellule de Hadley, ainsi que par les systèmes tourbillonnaires à axes verticaux des latitudes moyennes et des hautes latitudes. Il s'exprime dans le cadre de mouvements méridiens dont l'origine est polaire (advections froides) ou intertropicale (advections chaudes). Ce sont ces mouvements qui sont combinés à l'organisation atmosphérique zonale. Autrement dit, si l'on passe des flux d'énergie aux mouvements de l'atmosphère, on

constate que ceux-ci intègrent, de manière incessante, des déplacements d'air chaud (à travers les systèmes de pression et à travers les mouvements zonaux) en direction des pôles, et qu'il en est de même pour les déplacements d'air froid en direction des basses latitudes. Or, ces derniers, contrôlés par la circulation d'ouest et les tourbillons que nous savons, participent à certains conditionnements de l'atmosphère intertropicale, en même temps, par conséquent, qu'aux climats tropicaux. C'est ce que nous allons voir, pour terminer, sans prétendre inclure l'ensemble des aspects concernés.

Il convient de souligner tout d'abord que les climats tropicaux subissent un rythme pluviométrique saisonnier, même aux plus basses latitudes (pluies d'été), en même temps que leurs saisons pluvieuses perdent en ampleur en direction des tropiques secs. L'une et l'autre de ces dispositions s'expliquent, en relation avec les processus polaires. Conformément à ce que nous avons constaté en phase glaciaire quaternaire, c'est lorsque le système polaire s'étend vers les basses latitudes, que celles-ci connaissent la sécheresse ou, pour le moins, la diminution des pluies. Par contre, lorsque le système polaire se rétracte (été de l'hémisphère), les pluies tropicales s'installent, en accord avec la remontée vers le pôle, des jets circumpolaires d'ouest, avec la diminution d'activité du front polaire (tourbillons à axes verticaux moins nombreux et moins profonds) et avec l'étalement des masses d'air tropicales perturbées. Ainsi est-ce le balancement saisonnier du système polaire d'un hémisphère qui domine le rythme saisonnier des précipitations aux basses latitudes et plus précisément l'inhibition pluviométrique hivernale. Ceci, du moins là où des facteurs géographiques régionaux, voire locaux, ne bouleversent pas l'ordonnement imposé par la circulation atmosphérique générale. On comprend alors pourquoi les territoires les plus proches des régions extratropicales et polaires, au sein des zones tropicales, subissent de la façon la plus instante (que les grands déserts subtropicaux s'intercalent ou non entre climats tropicaux et climats «tempérés») les effets de l'inhibition pluviométrique (8 à 10 mois pluvieux en zone équatoriale, 3 en zone sahélienne ouest-africaine). On doit donc convenir que les interventions polaires hivernales bas en latitude, font partie de la dynamique climatique tropicale. Il en est

de même d'ailleurs des interventions polaires en d'autres saisons. Celles-ci existent comme l'ont montré divers auteurs (J. B. SUCHEL, M. LEROUX pour l'Afrique). Mais, contrairement aux interventions hivernales qui apportent la rémission des pluies, il est vrai avec des nuances, elles les provoquent en s'inscrivant dans la structure de certaines perturbations tropicales. Nous privilégierons les dispositions de la saison froide hémisphérique sans négliger entièrement le reste.

L'archipel antillais (climat d'alizé à pluies d'été et sécheresse ou faiblesse des pluies d'hiver) est articulé en deux ensembles. L'un, les Grandes Antilles, est plus directement soumis que l'autre, les Petites Antilles, aux interventions extratropicales. Au demeurant, ces interventions se manifestent surtout en hiver hémisphérique et en intersaisons. Mais les conséquences climatiques n'en sont pas les mêmes. C'est en saison froide (décembre à avril) qu'apparaît, aux Grandes Antilles, la période sèche ou relativement sèche soumise directement à l'action «polaire». En effet, Cuba, la Jamaïque, Hispaniola subissent alors les effets de la position très méridionale du courant circumpolaire d'ouest à la faveur de vallées planétaires réalisées «sous le vent» du système montagneux de l'ouest américain. Ceci se traduit, au niveau de la mer, par la descente jusqu'à la Caraïbe, d'anticyclones mobiles post-frontaux venus du continent nord-américain. Ils interviennent sur les îles antillaises où ils imposent un temps sec et frais, après les pluies, généralement mineures, apportées par les fronts (ou lignes de discontinuités) qui les précèdent. Ces anticyclones d'origine polaire interviennent donc largement, par leur effet statistique, dans la sécheresse d'hiver aux Grandes Antilles. Au demeurant, après leur déplacement méridien jusqu'à la Caraïbe, ils se déplacent vers l'est où ils forment le noyau anticyclonique des Bermudes. Ceci, avant de renforcer l'anticyclone des Açores qui, plus à l'est, sur l'Atlantique nord tropical, s'en distingue par son caractère «dynamique». Ce qui revient à dire que les Grandes Antilles connaissent en saison fraîche, surtout l'action, directement ou à travers des alizés naissants, de l'anticyclone d'origine polaire, alors que les Petites Antilles sont soumises de préférence à l'alizé issu du noyau anticyclonique des Açores.

Il faut bien voir, cependant, que, pas plus qu'en Afrique tropicale, où elles interviennent dans certains épisodes pluvieux, les manifestations «polaires» sur les Antilles ne se résument à l'effet d'inhibition pluviométrique. C'est ainsi qu'en mai, apparaît sur la longitude est-américaine, une période d'active convergence entre circulation polaire en retrait et circulation tropicale en progrès vers le nord. Cette situation dominée par la remontée du courant-jet d'ouest circumpolaire vers la latitude des Grands Lacs, avec son cortège de fronts et d'anticyclones post-frontaux de superficie, aboutit à un état très pluvigène qui explique que sur de nombreux points des Grandes Antilles, le mois de mai est le plus arrosé de l'année.

Nous n'insisterons pas sur le fait que le climat tropical (de mousson) du sud-est asiatique rappelle les dispositions qui précèdent. C'est la mousson d'hiver, que est représentée par un air polaire plus ou moins dégénéré au fur et à mesure que l'on descend en latitude, qui impose la saison sèche. Nous donnerons, par contre, pour finir, quelques détails concernant l'hémisphère sud.

A Rio de Janeiro, en hiver, les dispositions d'ensemble sont proches de celles des Antilles et plus spécialement des Grandes Antilles. La région de Rio (16) est alors soumise à un système de circulation d'origine extratropicale australe. Les pluies s'y intègrent, comme à Cuba ou Hispaniola, dans un contexte de récession générale. Or, si les similitudes sont grandes en hiver, il n'en est pas de même au coeur de l'été. Aux Antilles, il y a très nette opposition saisonnière dans les types de circulations: forte empreinte de la circulation extratropicale en hiver, style de circulation tropicale d'est en été. A Rio, cette opposition n'existe pas, dans la mesure où, au coeur de l'été, l'impact de circulations extratropicales, cette fois pluvieuses, demeure. C'est cette intervention «polaire» d'été que Gérard DONQUE reconnaît, par ailleurs, à Madagascar (3). L'auteur signale que les «dépressions polaires» ont alors une trajectoire plus septentrionale qu'en hiver. C'est qu'elles sont attirées vers le nord par les basses pressions (qui jalonnent la C.I.T.), du canal de Mozambique et de l'ouest malgache. De fortes convergences peuvent alors se produire, d'où naissance éventuelle de tourbillons tropicaux sévères et pluvieux. En

d'autres termes, la très forte activité de la convergence intertropicale en direction du sud, c'est-à-dire jusque dans les parages malgaches, s'explique, en été, en partie, par la vigueur que lui donne la remontée vers le nord, de processus polaires.

La distinction relativement bien affirmée entre interventions polaires inhibantes en saison froide hémisphérique et absence de ces interventions, du moins systématiquement, en été, dans l'hémisphère nord (encore que les Philippines, comme l'a montré J. PERARD (13) ne relèvent que partiellement de cette distinction), ne se retrouve donc pas dans l'hémisphère sud (on peut même dire que les advections d'origine polaire ne cessent pas, bien que diminuant en été, tout au long de l'année, depuis la pointe de l'Amérique du sud en direction du Nordeste, brésilien et de l'Amazonie). Il y a là, bien évidemment, le résultat d'effets régionaux, mais aussi de conditions générales. On y retrouve la fraîcheur d'un hémisphère austral dont la limite polaire peut être placée vers le 50e parallèle de latitude sud, du fait de l'ampleur de l'océan austral, par-delà les terres englacées de l'Antarctique. En somme, et sans vouloir exagérer la portée de la constatation, l'hémisphère austral semble, aujourd'hui comme par le passé, en bien avant l'hémisphère nord, faire peser aux basses latitudes le poids particulièrement instant de son puissant englacement, en même temps que de sa puissante océanité.

CONCLUSIONS

Ce qui précède ne constitue qu'un ensemble de constatations et de réflexions. On y voit cependant bien apparaître la dualité des zones «tempérées» et polaires, d'une part, des zones intertropicales de l'autre. La référence aux dispositions paléoclimatiques du tertiaire chaud et du quaternaire froid semble confirmer une opposition, de sorte que la zone intertropicale l'emporte quand la zone extratropicale s'estompe et réciproquement. Ceci est vrai. Cependant, l'analyse des conditions actuelles ne maintient pas cette opposition de façon aussi systématique, dans la mesure où, à travers les

bilans d'énergie et le dynamisme de l'atmosphère, l'une procède bien de l'autre et, pour ce qui nous concerne, la zone tropicale, chaude et humide, des «zones tempérées et polaires». Ce qui nous ramène, d'ailleurs, beaucoup plus

à l'idée d'une corrélation entre ces zones qu'à celle d'un départ des événements qui serait plutôt «tropical» (Cf. la théorie de la cheminée équatoriale) ou plutôt «polaire» (Cf. la théorie de ROSSBY).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

(1) Chaline J.: 1972, *Le Quaternaire*. Doin. Paris. (nouvelle édition, entièrement refondue, sous presse).

(2) Dorst J.: 1968, *Les Amériques et leurs animaux*, in la vie des animaux. 1er. vol. Le peuplement de la Terre. Larousse. Paris.

(3) Donque Ged.: Non daté, contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar. Tananarive.

(4) Franklin Pierre: 1968, *L'Afrique, terre des grands fauves et des Antilopes*, in «La vie des animaux», 1er. vol. Le peuplement de la Terre. Larousse. Paris.

(5) Giresse P.: 1978, *contrôle climatique, sédimentation marine et continentale en Afrique centrale atlantique à la fin du quaternaire*. Palaeogeography, Amsterdam.

(6) Journaux A.: 1975, *Recherches géomorphologiques en Amazonie brésilien*. Bull. Centre géomorph. Caen.

(7) Lang P. et G. Paradis: 1984, *Le quaternaire margino-littoral béninois (Af. de l'ouest). Synthèse des datations au carbone 14*. Palaeoecology of Africa and the Surrounding Islands. Vol. 16. Rotterdam p. 65.76.

(8) Pagney P.: 1966, *Le climat des Antilles*. Paris.

(9) Pagney P.: 1973, *Rayonnement solaire, et climatologie zonale*. Géographie et Recherche. Univ. Dijon, p. 12-34.

(10) Pagney P.: 1981, *La mosaïque climatique du globe et son approche géographique*. «Eaux et climats». Grenoble p. 367-381.

(11) Pagney P.: 1983 (en coll. avec R. Frécaut). *Dynamique des climats et de l'écoulement fluvial*. Masson. Paris.

(12) Pédelaborde P.: 1956. *La circulation générale de l'atmosphère*. Inform. Geog. Paris. p. 103-109.

(13) Pérard J.: 1984. *Recherches sur les climats de l'archipel malais. Les Philippines*. Univ. Dijon.

(14) Queney P.: 1974, *Eléments de météorologie*. Masson. Paris.

(15) Tricart J.: 1974, *Existence de périodes sèches au quaternaire en Amazonie et dans les régions voisines*. Rev. Géom. Dyn. Strasbourg.

(16) Vulquin A.: 1974, *Le climat de Rio*. centre de Recherches de climatologie. Univ. Dijon.