

3 - Les hautes pressions subtropicales

Vers les trentièmes parallèles qui divisent le globe en deux surfaces égales, s'observent des hautes pressions qui forment une limite fondamentale entre la circulation des moyennes latitudes et celle du monde intertropical.

Ces ceintures anticycloniques qui correspondent à des zones de calme¹ ne doivent cependant pas être assimilées à des barrières étanches. Même sur les cartes moyennes, les hautes pressions ne forment pas un anneau continu, mais plutôt une chaîne ou un chapelet de cellules anticycloniques individuelles séparées les unes des autres par des cols isobariques plus ou moins profonds qui permettent des échanges méridiens entre la zone intertropicale et les régions tempérées. Si les cols se localisent assez souvent au même endroit, notamment au contact entre les océans et les continents, c'est que les cellules elles-mêmes montrent une tendance persistante à se reformer dans les mêmes lieux. Les hautes pressions, en effet, se placent de préférence sur les océans plus frais que les continents et plus spécialement du côté oriental affecté par les courants froids. Aussi la ceinture d'anticyclones subtropicaux est-elle particulièrement continue dans l'hémisphère Sud en grande partie océanique.²

Chaque cellule anticyclonique se présente comme une vaste ellipse dont le grand axe long de 2 500 à 4 000 km se dispose obliquement : W.-S.-W.-E.-N.-E. pour l'hémisphère Nord, W.-N.-W.-E.-S.-E. pour l'autre hémisphère. En surface, les pressions les plus élevées se placent sur le flanc polaire (Nord-Est dans l'hémisphère Nord) car il y a un renforcement par effet thermique de ce côté. Mais dans ce secteur la rançon est un affaiblissement assez rapide en altitude, au point que les hautes pressions de surface peuvent être surmontées par le flux d'Ouest et son jet subtropical. En revanche, sur le flanc équatorial les pressions diminuent plus lentement vers le haut puisque l'air est plus chaud et tout se passe en définitive comme si les anticyclones étaient décalés en altitude vers l'équateur. (figure 6-51 A).

Le renforcement des hautes pressions en hiver sur les continents par exemple sur l'Australie et l'Afrique du Sud durant l'hiver austral -, inversement la disparition des cellules anticycloniques en été sur les continents réchauffés montrent clairement que les influences thermiques ne sont pas négligeables. Mais ces influences ne concernent que les phénomènes de surface. En altitude, la couronne de hautes pressions, bien que décalée par rapport aux cellules qui subsistent en surface sur les océans, se retrouve bien dessinée et très continue. Ainsi en été, une bande de hautes pressions est-elle bien visible au-dessus du Sahara sur les cartes des niveaux 700 et 500 mbar, alors qu'au niveau de la mer l'anticyclone des Açores est situé plus au nord. Il est donc clair que les hautes pressions subtropicales ont une origine essentiellement dynamique. Que leur alimentation provienne surtout d'air équatorial affluant par le haut ou au contraire d'air des moyennes latitudes importe assez peu pour le moment. Ce qui compte c'est le caractère subsident

¹ Sur les océans, ces latitudes ont été parfois baptisées *horse latitudes*, car à bord des anciens voiliers immobilisés pendant des semaines par l'absence de vent on devait sacrifier les chevaux que l'on transportait.

² Açores, Hawaï, Californie pour l'hémisphère Nord; Sainte-Hélène, océan Indien du Sud et Pacifique du Sud-Est pour l'hémisphère Sud.

de l'air : en se tassant il se comprime, se réchauffe et se dessèche. Ainsi, s'explique la ceinture aride axée précisément vers les 25e ou 30e degrés de latitude. Les alizés qui sont issus de la ceinture des hautes pressions subtropicales transportent avec eux ces caractères, du moins sur une certaine distance.

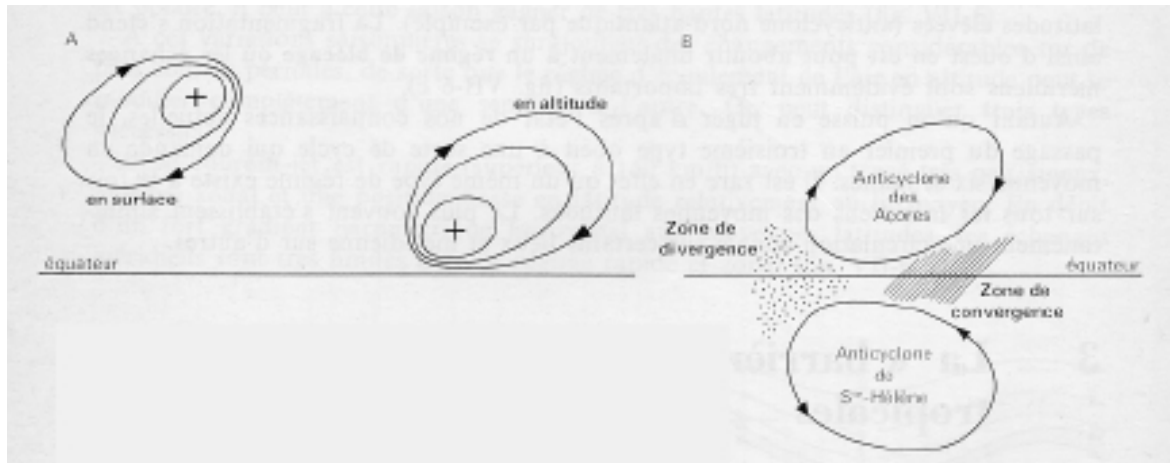


Figure 6-51: A: DÉCALAGE D'UNE CELLULE DE HAUTES PRESSIONS SUBTROPICALES EN ALTITUDE (HÉMISPHERE NORD). source: Estienne et Godard 1970

B : CONVERGENCE ET DIVERGENCE CRÉÉES PAR DEUX CELLULES ANTICYCLONIQUES SUBTROPICALES.

Naturellement, autour d'une cellule en surface l'air diverge de tous côtés. Sur le flanc est, l'air qui voyage du nord au sud (dans l'hémisphère Nord) est plus sec et plus stable que l'air du flanc ouest plus humide qui voyage du sud au nord. Aux latitudes les plus basses, donc du côté équatorial, la force de Coriolis agit peu et la règle de Buys-Ballot ne peut plus s'appliquer : les vents au lieu d'être parallèles aux isobares deviennent franchement obliques et auraient tôt fait de « vider » l'anticyclone si une alimentation constante ne venait combler le déficit. On comprend que les cellules anticycloniques ne puissent pas se rapprocher facilement de l'équateur.

Elles le font néanmoins quelquefois et provoquent alors des phénomènes marqués de convergence à l'est avec ascendance de l'air, ciel couvert et pluies; de divergence à l'ouest où le ciel clair traduit au contraire une subsidence marquée (figure 6-51 B). Cette situation est responsable des sécheresses catastrophiques qui sévissent de temps à autre dans le Nordeste brésilien, pourtant proche de l'équateur.

4 - La circulation dans la zone intertropicale

Normalement dans la zone intertropicale la circulation générale s'effectue d'est en ouest en surface comme en altitude. Mais ce grand flux d'Est, digne homologue des Westerlies des moyennes latitudes qui ceinture le globe et revêt même parfois l'allure d'un jet, n'exclut pas les

vents d'Ouest. Ces derniers, s'ils ont souvent une simple extension locale ou régionale, peuvent avoir aussi, au moins saisonnièrement, une ampleur considérable : dans l'océan Indien par exemple.

Les alizés

Les alizés matérialisent le grand courant d'Est des basses latitudes. On peut les définir comme des vents d'Est réguliers, parfois épais de plusieurs milliers de mètres, circulant sur le flanc équatorial des cellules de hautes pressions subtropicales. Ils intéressent, au moins une partie de l'année, plus du quart de la surface du globe et certainement un bon tiers des océans.

Ils se caractérisent d'abord par une remarquable régularité dans leur vitesse (en moyenne de l'ordre de 20 km/h) et une constance non moins exceptionnelle dans leur direction : Nord-Est ou Est-Nord-Est pour l'hémisphère Nord, Sud-Est ou Est-Sud-Est pour l'hémisphère Sud. Pendant l'hiver, leur force est plus grande, mais l'angle avec les parallèles est plus marqué (30-35°, contre 20° environ en été) en raison du déplacement des cellules anticycloniques.

Ces caractères se retrouvent surtout dans la partie orientale des océans, alors qu'à l'ouest les pannes d'alizés sont plus fréquentes : le rapport avec la position moyenne des cellules de hautes pressions subtropicales et la valeur plus élevée de la pression à l'est est évident.

Par leur régularité, les alizés jouent un rôle important dans la vie des régions sur lesquelles ils soufflent : dans le passé, ces **trade-winds**, ces vents du commerce, ont rendu de grands services aux voiliers traversant l'Atlantique : actuellement encore, ils commandent le site des ports, la direction des pistes des aérodromes...

Un second trait caractéristique des alizés est la sécheresse. Elle est évidemment particulièrement marquée sur les continents (l'harmattan d'Afrique occidentale par exemple). Il faut que l'alizé ait voyagé sur une longue distance au-dessus des océans et soit soulevé par une puissante ascendance orographique pour qu'il puisse apporter des précipitations. En général il ne donne pas de pluies et se contente d'emmagasiner des quantités importantes de vapeur d'eau par évaporation, effectuant ainsi un puissant transfert d'énergie vers l'équateur. Cette sécheresse ne vient pas seulement d'une alimentation par des anticyclones secs ou de l'éloignement du point de saturation de l'air dans des régions chaudes : elle s'explique avant tout par une structure stable de l'atmosphère, avec inversion thermique d'altitude qui s'oppose au déclenchement des précipitations. **L'inversion de l'alizé** concrétisée par des traînées nuageuses de cumulus et de strato-cumulus trahit la discontinuité qui existe entre l'air inférieur maritime humide et plus ou moins turbulent et l'air supérieur subsident chaud et sec, très stable. Mais aucune discontinuité dynamique ne sépare ces deux volumes d'air qui s'écoulent selon la même direction en formant un flux unique d'Est. Naturellement l'inversion est d'autant plus marquée que l'air inférieur est plus froid, d'autant plus basse que le courant sec supérieur a pu descendre profondément sur l'air maritime mince. Ainsi sur l'Atlantique l'inversion est à moins de 500 m d'altitude en bordure des régions arides d'Afrique du Nord-Ouest et du Sud-Ouest, alors qu'elle se retrouve à plus de 2 000 m au voisinage des régions équatoriales.

Finalement vers l'équateur, le flux des alizés devient de plus en plus instable en s'humidifiant et le développement des mouvements d'ascendance de l'air s'accompagne d'une disparition de l'inversion.

Les types de circulation dans les régions équatoriales

Dans la zone intertropicale, la circulation n'a pas la simplicité grandiose qu'on lui attribuait autrefois. La multiplication des observations au cours des trois dernières décennies a permis de mettre en évidence dans les régions équatoriales des circulations variées qu'on peut commodément grouper en trois types :

1° Lorsque les alizés s'affaiblissent - Pacifique en bordure de l'Amérique Centrale, Atlantique centre-oriental - ils viennent mourir dans une zone de calmes ou plus exactement de vents faibles et variables, de **doldrums**, qui s'intercale entre les bandes d'alizés des deux hémisphères. La zone de doldrums axée sur l'équateur en janvier, nettement décalée vers le nord en juillet, n'a guère plus de 500 km de largeur en moyenne, mais peut s'enfler parfois sur plus de 10 degrés de latitude.

Les pressions y sont basses sans être très creusées et varient peu d'un point à l'autre, un peu comme dans la situation de « marais barométrique » qu'on connaît en Europe par temps d'orage. Les déplacements latéraux de l'air sont faibles³ sans être pour autant anarchiques. En effet l'active convection thermique qui règne dans ce milieu très humide a tendance à s'organiser en colonnes que concrétisent d'épais cumulonimbus. L'ascendance se développe très haut dans une troposphère elle-même dilatée. En outre le flux général d'Est comporte d'amples remous et plus rarement, par bonheur, des tourbillons très creusés : les fameux **cyclones tropicaux** qui cheminent toujours à une certaine distance de l'équateur.

2° Quand les alizés des deux hémisphères conservent une puissance suffisante jusqu'à l'équateur, ils sont amenés à confluer et provoquent alors une vigoureuse ascendance essentiellement dynamique tout le long d'une ligne ou plutôt d'une zone qu'il est convenu d'appeler **convergence intertropicale** (C.I.T. : *figure 6-56*). C'est le cas notamment dans le Pacifique central. Il est à remarquer que cette discontinuité a des caractères exactement opposés à ceux de l'inversion des alizés : les volumes d'air ont une température et une humidité souvent très voisines, mais sont animés de mouvements de direction différente.

³ En Malaisie, par exemple, le vent ne dépasse 20 km/h que dans 1 % des cas

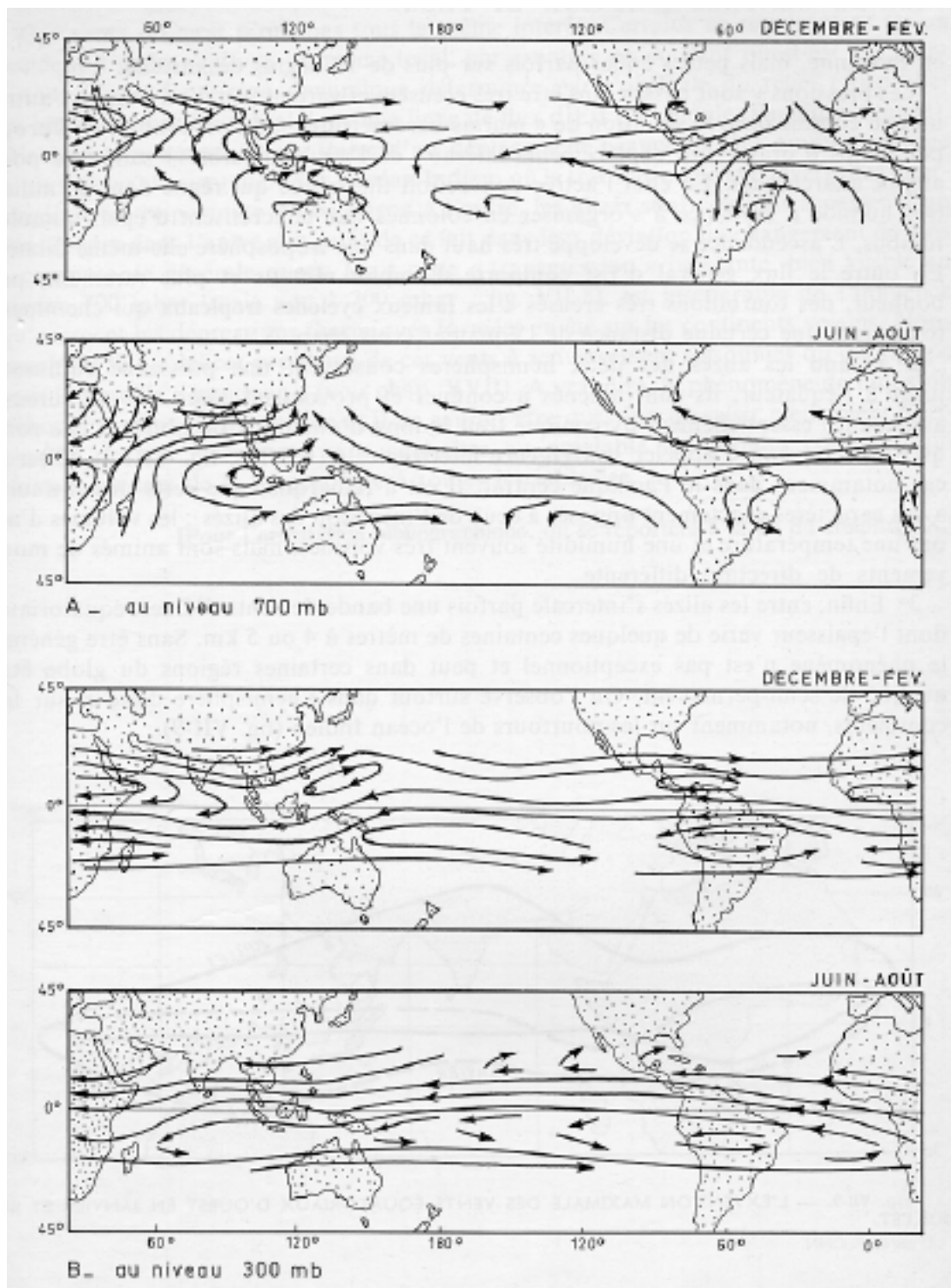


Figure 6-52: LIGNES DE FLUX MOYENNES EN ALTITUDE DANS LA ZONE INTERTROPICALE. source: Estienne et Godard 1970

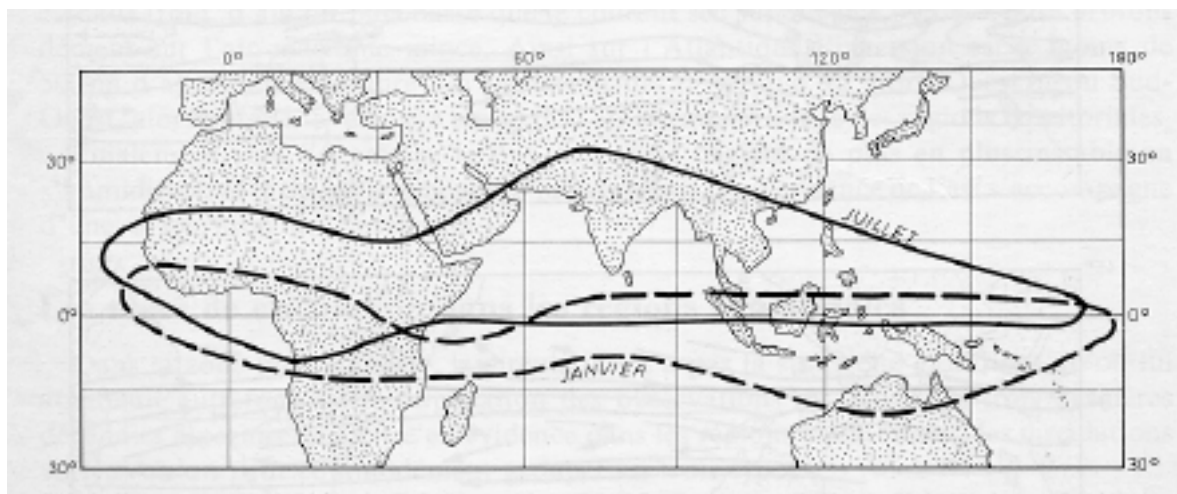


Figure 6-53: L'EXTENSION MAXIMALE DES VENTS ÉQUATORIAUX D'OUEST EN JANVIER ET EN JUILLET.

source: Estienne et Godard 1970

3° Enfin, entre les alizés s'intercale parfois une bande de vents d'Ouest équatoriaux dont l'épaisseur varie de quelques centaines de mètres à 4 ou 5 km. Sans être général, le phénomène n'est pas exceptionnel et peut dans certaines régions du globe être qualifié de semi-permanent. On l'observe surtout dans l'hémisphère d'été et sur les continents, notamment sur les pourtours de l'océan Indien (figure 6-53).

Ces vents d'Ouest n'ont pas tous le même intérêt. Certains ne représentent qu'un accident d'ordre régional ou même local, par exemple un courant ouest-est circulant autour d'une dépression dynamique déterminée par l'obstacle du relief (Australie) ou bien un tourbillon local dans une ligne de flux d'Est qui ondule (Pacifique central). D'autres témoignent au contraire d'un déplacement beaucoup plus ample, quoique le plus souvent saisonnier. Sur l'océan Indien, où la translation de la convergence intertropicale est importante d'une saison à l'autre, les alizés sont conduits à passer d'un hémisphère dans l'autre et à subir de ce fait dans leur déviation un changement de sens à composante générale ouest.

Mais cette « transgression » puissante, bien visible au niveau 700 mbar (mais non à 300 mbar : figure 6-53), est inséparable de l'influence qu'exercent les dépressions thermiques formées en été sur les continents voisins. Nous touchons là au délicat problème de ces vents à renversement saisonnier qu'on groupe sous le nom de « mousson ». A vrai dire, le phénomène de mousson déborde la zone intertropicale et il ne saurait être question de saisir pleinement l'originalité de son mécanisme sans connaître au préalable les grandes coupures qui existent au sein de la troposphère à toutes les latitudes.