



“Physics in Canada”
Book Review

“La Physique au Canada”
Critique de livre

“**An Introduction to the Global Circulation of the Atmosphere**” by David Randall, 2015, pp 442, Princeton University Press, ISBN 0-691-14896-1, price \$113.00.

La compréhension de la circulation globale de l’atmosphère a fait d’énorme progrès au cours des dernières années et le sujet est devenu plus étendu et plus complet. A l’aide des coordonnées isentropiques (surface d’égale température potentielle) il est possible à la fois de faire l’étude des concepts d’énergie et des processus à plus petite échelle, tels que la turbulence et le rôle des systèmes nuageux. Le prérequis pour apprécier cet ouvrage est que le lecteur soit familier avec les notions d’équation du mouvement, les équilibres géostrophique et hydrostatique, la température potentielle, tourbillon, coordonnées de pression et ondes planétaires. Ce livre est basé sur les cours enseignés par l’auteur au cours des 26 dernières années au Colorado State University. L’auteur est intéressé à faire comprendre le comment et le pourquoi de la circulation globale de l’atmosphère.

Après un bref tour d’horizon du contenu du livre, le chapitre 2, présente les flux d’énergie au sommet de l’atmosphère, à la surface de la Terre, et à travers l’atmosphère. La structure méridionale de la radiation nette d’énergie implique le transport du système atmosphère-océan. Le point important de ce chapitre repose sur les mentions notant que le réchauffement net radiatif à la surface de la Terre est approximativement contrebalancé par le refroidissement dû à l’évaporation et que le refroidissement radiatif net est en quasi-équilibre avec le réchauffement provenant de la chaleur latente, d’où le rôle important de la vapeur d’eau et des nuages.

Le chapitre 3 donne un aperçu des phénomènes saisonniers observés de la circulation globale de l’atmosphère tel les circulations de Hadley et Walker, les moussons, les ondes planétaires et des aspects du cycle hydrologique. Les graphiques sont créés à l’aide des réanalyses provenant du European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF) et représentent un avantage substantiel à la visualisation de ces circulations comparé aux méthodes descriptives traditionnelles. Les chapitres suivants ont pour but d’expliquer comment ces circulations peuvent prendre place. Il est donc nécessaire de faire intervenir les équations et les concepts utiles à la preuve. Le chapitre 4 couvre les principes de conservation de mouvement, d’humidité, d’énergie sous ses diverses formes, de tourbillon potentiel ainsi que les approximations quasi-hydrostatique et quasi-géostrophique, toujours en coordonnées isentropiques lorsque nécessaire.

Le chapitre 5 porte sur la circulation atmosphérique entre les régions sources et puits d’énergie statique, d’humidité totale, du mouvement angulaire au sommet et à la base de la troposphère. Ce chapitre démontre la nécessité qu’un équilibre soit satisfait pour maintenir la circulation atmosphérique globale. L’auteur met l’accent principalement sur les sources et puits variant

temporellement et spatialement en utilisant la moyenne zonale et le transport méridional et vertical pour les étudier.

Le chapitre 6 introduit les sources et puits de l'énergie convective en débutant par une revue de la convection dans une atmosphère humide ou sèche. On présente une étude concluant que le transport vertical de l'énergie est causé par la convection profonde et ses nuages pénétrant dans la troposphère suivis du concept d'équilibre convection-radiation et les régimes couvrant la convection profonde dans les tropiques et la convection peu profonde sous forme de stratocumulus aux latitudes plus élevées. Ce chapitre décrit les mécanismes par lesquels la convection produit ce transport. Ici, des modèles conceptuels auraient été utiles pour la visualisation de ces mécanismes.

Le chapitre 7 présente les énergétiques de la circulation globale, en débutant avec l'énergie potentielle disponible et le concept de stabilité statique brute (gross). Par la suite, on étudie la génération et la conversion de l'énergie potentielle disponible en énergie cinétique des tourbillons (eddy) et enfin, le chapitre se termine par une discussion du cycle énergétique de l'atmosphère globale.

Le chapitre suivant, l'un des plus intéressants, introduit divers types de tourbillon; en commençant par une brève discussion de l'équation de marée de Laplace, suivie par la théorie des ondes de Rossby créée par un écoulement forcé au dessus d'une topographie et la théorie des ondes équatoriales de Matsuno. Enfin, le chapitre se termine avec l'étude des moussons, de la circulation est-ouest de Walker dans le Pacifique tropical et de l'oscillation Madden-Julian.

Le chapitre 9 examine les interactions des tourbillons pour un écoulement zonal moyenné en commençant par le théorème de non interaction, suivi de la traînée des ondes de gravité pour une circulation globale. Le chapitre se termine avec une description des oscillations quasi-biennales, les situations de blocage atmosphérique et la circulation de Brewer-Dobson.

Le chapitre 10 discute de la nature de la turbulence à grande échelle en commençant par présenter la nature de la turbulence et la différence d'un écoulement, selon qu'il soit en trois ou deux dimensions. L'énergie cinétique cascade en trois dimensions, alors qu'en deux dimensions; le carré du tourbillon (enstrophy) est non dissipatif le long des surfaces isentropiques et l'énergie cinétique anti-cascade. Finalement, la notion de prédictibilité d'une circulation chaotique termine le chapitre.

Enfin, le dernier chapitre fait un bref sommaire des courants actuels et futurs de la circulation atmosphérique en période de changement climatique. Le lecteur qui veut approfondir ce sujet se référera au IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ou au chapitre '*Changes in the Atmospheric Circulation as Indicator of Climate Change*' de Thomas Reichler que l'on retrouve sur le Web.

Chacun des chapitres se termine avec une série d'exercices, et le volume avec des annexes ayant comme sujet : le calcul différentiel, l'analyse d'échelle, la dissipation de l'énergie cinétique, les transformations de coordonnées, le taux de détente adiabatique humide, l'énergie cinétique zonale et de tourbillon, et enfin, les harmoniques sphériques et les polynômes d'Hermite. Une bibliographie de près de 800 références et un index vient mettre fin à cet ouvrage imposant. Ce livre, qui se présente comme une introduction, peut être considéré, selon moi, comme un indispensable pour la préparation d'une recherche dans le domaine; par sa structure englobante et ses dérivations mathématiques et physiques du sujet.

André April

Ottawa, Environnement et Changements climatiques Canada.