

Enfin, la collection liégeoise nous montre un objet fort curieux (n° 350), de la deuxième moitié du XVI<sup>e</sup> siècle; ce n'est pas un astrolabe, mais un instrument destiné à des calculs astrologiques. Décrit par le P. Kircher dans son *Ars Magnetica*, il permet de rechercher les planètes dominantes et de se rendre compte de leurs aspects (\*). Son analyse dépasserait les limites de ce catalogue. Rapelons que le P. Kircher, comme Odon van Maelcote, appartenait à la Compagnie de Jésus, et que c'est en allant le retrouver à Rome que van Maelcote prit contact à Liège avec Lambert Damery. Il n'y aurait rien d'étonnant à ce que le disque ici mentionné ait été élaboré sous l'inspiration des astrologues belges.

Nous terminerons par cette évocation la description des instruments conservés au Musée de la Vie Wallonne. On le voit, ceux-ci ne constituent pas seulement des documents archéologiques de grande valeur; ils font aussi revivre en nous le souvenir d'une longue évolution de la pensée scientifique, ressuscitent l'activité de nos artisans, de nos écoles, et les mœurs de nos ancêtres. Fidèles à la devise que porte l'un d'entre eux : *Tempus est sumptus preciosissimus* (le temps est le plus précieux des biens), ils matérialisent les trésors accumulés pour nous par les siècles.

*Photos du Musée de la Vie Wallonne.*

Henri MICHEL.

## BIBLIOGRAPHIE

KOURGANOFF, V. (avec la collaboration de I. W. BUSBRIDGE) — *Basic Methods in Transfer Problems*, Oxford University Press, Geoffrey Cumberledge, 1952. (Un volume de XV + 281 pp., 61 figures. - Prix : 35 s.)

La publication en moins de trois ans de trois livres (1) se rapportant essentiellement au même domaine dans une collection aussi distinguée que celle des monographies d'Oxford constitue un cas bien rare et traduit l'essor exceptionnel que le sujet a connu au cours des dernières années.

Tandis que, d'une part, Chandrasekhar développe à fond et pour une grande variété de cas les conséquences de la méthode des ordonnées discrètes et du principe d'invariance et que, d'autre part, Woolley et Stibbs s'intéressent plus aux implications physiques des résultats, Kourganoff, lui, s'est proposé de dégager l'ossature mathématique de toutes les méthodes proposées à ce jour. Ceci l'a conduit à écrire la partie la plus formelle sans doute mais de ce fait, peut-être, la plus durable de cette trilogie remarquable qui constitue une base solide pour les développements futurs et doit faciliter grandement aux jeunes un accès rapide à la théorie des atmosphères stellaires.

Pour réaliser son but et cependant garder à son exposé autant de clarté et d'unité que possible, Kourganoff a choisi comme exemple pour illustrer

(\*) On entend sous ce nom les positions relatives des astres dans le ciel.

(1) S. CHANDRASEKHAR : *Radiative Transfer*. 1950 ; V. KOURGANOFF : *loc. cit.* : R. v. d. R. WOOLLEY and D. W. N. STIBBS : *The Outer Layers of a Star*. 1953.

successivement les différentes méthodes, le problème restreint de Milne (corps gris) qui constitue certes une idéalisation osée des conditions réelles mais qui présente l'avantage de posséder une solution exacte. Ceci lui permet de discuter systématiquement les erreurs et la convergence des solutions approchées. A ce sujet, et en vue de l'extension de ces solutions à des problèmes plus généraux, il est regrettable que les méthodes qui les fournissent ne permettent pas, elles-mêmes, de fixer l'ordre de grandeur des erreurs, car, dans ce domaine, un jugement qualitatif basé sur la comparaison avec le cas simple peut être dangereux.

Dans le premier chapitre, les définitions et les équations fondamentales sont présentées très clairement et l'usage de caractères gras ou maigres suivant que la grandeur est considérée comme une fonction de la profondeur géométrique ou optique évitera bien des confusions. Si l'analogie hydrodynamique introduite par Kourganoff ne peut être poussée trop loin, elle servira cependant à retenir l'attention des novices sur un point délicat et important.

Après s'être servi de la solution formelle de l'équation de transfert pour souligner la raison fondamentale du caractère fonctionnel des relations mathématiques propres au problème et pour introduire d'une façon simple et imagée la transformation de Laplace, Kourganoff profite des équations intégrales de Milne qui expriment sous trois formes équivalentes la conservation de l'énergie, pour définir les trois opérateurs supplémentaires dont les propriétés sont discutées dans le chapitre suivant. Les graphiques qui illustrent les effets des quatre opérateurs sur diverses fonctions élémentaires sont très suggestifs et peuvent offrir un guide précieux à l'intuition dans une approche semi-empirique du problème réel ou dans l'amélioration d'une approximation (voir par exemple § 25, 3).

Dans le chapitre III, qui est basé sur l'étude de l'équation de transfert sous sa forme intégréo-différentielle, on trouve un exposé critique de la méthode qui consiste à représenter la dépendance angulaire de l'intensité au moyen d'un développement en série de polynômes de Legendre. Ce chapitre se termine par la suggestion fort intéressante qu'en développant séparément l'intensité vers le haut et vers le bas, on pourrait éviter les difficultés dues au caractère discontinu de la variation angulaire de l'intensité à la surface.

On peut aussi chercher à échapper à ces difficultés en considérant seulement un nombre fini de directions qui seront fixées par la formule de quadrature numérique adoptée pour évaluer l'intégrale par rapport aux angles, qui figure dans l'équation intégréo-différentielle. C'est la méthode des ordonnées discrètes qui, aux mains de Chandrasekhar, a donné lieu à des développements remarquables dont le plus intéressant est, sans aucun doute, la possibilité de passer au cas limite d'un nombre infini de directions et d'obtenir ainsi la solution exacte. Mais, de plus, cette méthode conduit à des approximations numériques fort utiles et l'exposé de Kourganoff met clairement en évidence le rôle de la distribution des points de division angulaire (formule de Gauss : simple et double (Sykes), formule de Newton-Cotes) pour la rapidité de la convergence des premières approximations.

Le chapitre IV contient quelques remarques générales sur les méthodes d'itération qui sont applicables à certaines des équations intégrales rencontrées

dans ce domaine et illustre la méthode d'itération à paramètres indéterminés au moyen de la première équation intégrale de Milne.

Le chapitre V présente la méthode variationnelle de l'auteur basée sur la minimisation des écarts du flux correspondant à une solution à coefficients indéterminés par rapport à sa valeur réelle qui doit être constante. La méthode de Marskhak et Le Caine est également exposée et si elle n'a pas une origine physique claire, elle présente par contre l'avantage que le minimum de l'expression dont on prend la variation est égal à une des constantes fondamentales du problème qu'on peut ainsi déterminer avec une très bonne précision, même dans le cas où l'approximation employée pour la fonction inconnue est assez grossière. Ce chapitre se termine par une tentative de généralisation intéressante. Il est probable qu'ici comme dans tant d'autres domaines de la physique, la méthode variationnelle se révélera l'une des plus fructueuses.

Dans le chapitre VI, les méthodes conduisant à la solution exacte sont introduites par la discussion très soigneuse du passage à la limite dans le cas de la méthode des ordonnées discrètes. Vient ensuite une description de l'aspect formel de la méthode d'Ambartsumian qui sera complétée plus loin par une analyse détaillée du principe d'invariance qui lui fournit une base physique originale. Ce principe est susceptible de généralisations intéressantes et utiles dans des cas plus complexes, comme celle due à Chandrasekhar qui est décrite à la fin du chapitre.

Historiquement, la première solution exacte pour l'intensité émergente fut obtenue par Hopf et Wiener au moyen de la transformation de Laplace, et naturellement, ce chapitre contient également une description très précise de cette méthode aussi bien que de son complément dû à Mark et qui fournit la fonction-source.

Le dernier chapitre est consacré au problème plus général où le coefficient d'absorption varie avec la fréquence et Kourganoff s'est contenté ici d'esquisser différentes voies d'approche.

Les appendices donnent quelques formules et quelques tables qui seront utiles à tous ceux qui sont activement engagés dans ce domaine.

Le livre est parsemé de remarques critiques destinées à éclaircir des points souvent délicats pour l'étudiant (par exemple : § 7, chap. I; discussion des différentes moyennes du coefficient d'absorption introduites en vue de réduire le cas général au cas gris, § 34, chap. VII). Partout les notions nouvelles sont introduites d'une façon aussi naturelle que possible et autant de soin a été pris pour faire apparaître clairement la nécessité des procédés adoptés ou la raison profonde de leur succès (§ 30, chap. II par exemple) que pour les expliciter clairement.

Les références, courtes mais précises, aux problèmes de la diffusion des neutrons qui présentent beaucoup d'analogie avec les problèmes de transfert radiatif et le schéma des transpositions qui permettent de passer de l'un à l'autre (fin du chap. I) élargiront encore le cercle des utilisateurs du livre.

Enfin, le livre est imprimé avec un soin remarquable. M. Kourganoff et sa talentueuse collaboratrice et traductrice, Miss Busbridge, ont ajouté un livre original à la fois beau et utile à la collection si appréciée des monographies d'Oxford.

Paul LEDOUX.