

vements apparents plus considérables. Si donc l'observateur voyage vers le nord, c'est de ce côté que semblera venir le plus d'objets; du côté opposé, par contre, il en viendra très peu. Il suffit, dès lors, de compter les objets semblant venir de tous les points de l'espace et de reporter sur un graphique, autour d'un point central, le nombre de ces objets, la longueur de chaque rayon indiquant la quantité d'objets observés dans chaque direction. En réunissant les extrémités de ces lignes, on obtient ainsi une courbe ayant la forme d'un ovale, le point choisi primitivement comme centre étant sur le grand axe de l'ovale, mais situé de façon que le rayon le plus long soit dirigé vers le nord et le plus court vers le sud. Entre ces deux points se trouvent des rayons intermédiaires; à l'est et à l'ouest, les rayons sont égaux.

Ce principe, appliqué à l'étude des mouvements propres des étoiles, a donné un résultat tout différent. La courbe ainsi obtenue est très irrégulière et n'a pas la forme d'un ovale; de plus, le point choisi comme centre n'est pas sur le grand axe de la figure: il est placé d'une façon très excentrique.

On arrive ainsi à la preuve qu'il existe au moins deux Univers, deux courants stellaires que nous ne devons pas confondre. À l'aide de deux ovales réguliers, M. Eddington a pu retrouver la première courbe irrégulière: la question se trouvait ainsi résolue.

Le même calcul fut entrepris pour sept régions différentes entre lesquelles avaient été distribuées les étoiles du catalogue de Groombridge, et l'on constata toujours le même résultat, sauf quelques exceptions très secondaires.

M. Eddington poursuivit son étude plus avant: il rechercha les particularités propres à chacun de ces deux Univers, selon l'expression du Professeur Turner.

Les étoiles appartenant au courant I de M. Eddington semblent venir d'un point situé à 18 h. en ascension droite et  $+18^\circ$  en déclinaison, tandis que la position de l'*apex* du courant II est 7 h. 30 en ascension droite et  $+58^\circ$  en déclinaison. La vitesse dont sont animées les étoiles du courant I est trois fois plus grande que la vitesse des étoiles du courant II. Or, le fait que le Soleil se meut relativement lentement par rapport au courant II semble indiquer qu'il appartient à ce courant. Peut-on conclure, dès lors, que les étoiles du courant II sont plus voisines de nous que les étoiles du courant I, lesquelles formeraient, pour ainsi dire, une sorte d'arrière-plan? — Nullement. — Et, en fait, il semble bien que la différence entre la distance moyenne des deux courants n'est pas considérable. D'autre part, il paraît également démontré que la distribution des étoiles de chaque système est à peu près la même dans toutes les régions du ciel. En outre, chaque courant est formé d'une quantité à peu près égale d'étoiles, le courant I paraissant toutefois être un peu moins dense.

Des diverses considérations qui précèdent, on peut conclure que les deux courants stellaires, reconstitués par M. Eddington, se pénètrent mutuellement d'une façon très intime.

Après avoir fixé les mouvements des deux courants d'étoiles relativement au Soleil, M. Eddington a déterminé le mouvement du Soleil par rapport aux deux courants combinés; il a donc recherché l'*apex* solaire et il a trouvé comme coordonnées:

$$AR = 17^h45^m \quad \delta = +31^\circ.$$

Cette position est naturellement très voisine de l'*apex* du courant I, puisque la vitesse de ce courant prédomine.

Avec les mêmes étoiles, mais par la méthode d'Airy, MM. Dyson et Thackeray ont trouvé pour la position de l'*apex* solaire:

$$AR = 18^h20^m \quad \delta = +37^\circ.$$

L'ascension droite un peu supérieure, dans ce dernier cas, à la détermination précédente, vient proba-

blement de ce que les astronomes de Greenwich ont employé les grandeurs des mouvements propres.

Rappelons ici que ces nombres concordent bien d'une façon générale avec ceux qu'ont fournis les dernières recherches. Newcomb, par les étoiles de Bradley, avait trouvé:

$$AR = 18^h30^m \quad \delta = +35^\circ.$$

Porter, par la méthode de Kapteyn:

$$AR = 18^h42^m \quad \delta = +49^\circ,3.$$

Struve, par une nouvelle discussion:

$$AR = 18^h20^m \quad \delta = +23^\circ,5.$$

Enfin, Campbell, par la vitesse spectroscopique sur notre rayon visuel:

$$AR = 18^h30^m \quad \delta = +20^\circ.$$

Et Comstock, avec de nouveaux matériaux:

$$AR = 19^h48^m \quad \delta = +28^\circ.$$

Toutefois, nous ferons remarquer que la position de l'*apex* déduit seulement des directions des mouvements propres, au moyen de la théorie des deux courants, a l'avantage d'être exempte de toute hypothèse sur la distance des étoiles; mais, par contre, ainsi que le fait entendre M. Eddington, l'erreur accidentelle probable est plus grande que dans les autres cas.

« Comme conclusion, dit M. Eddington, bien que la théorie du Professeur Kapteyn rende compte d'une manière simple de la façon très anormale et dissymétrique dont sont distribuées les directions des mouvements des étoiles, elle attend encore le verdict des déterminations spectroscopiques des vitesses stellaires radiales; les matériaux existent en abondance pour appliquer ce témoignage: ils attendent simplement l'examen de ceux entre les mains desquels ils se trouvent actuellement. L'étude des mouvements des étoiles encore plus faibles et des régions du ciel qui n'ont pas encore été explorées offre un vaste champ pour de nouvelles recherches. »

Abbé Th. Moreux,  
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

### § 3. — Art de l'Ingénieur

**Sous-marins et aréonefs.** — Après la navigation sous-marine, désormais entrée dans le domaine de la pratique courante, les récents essais qui ont si fort captivé la curiosité publique permettent de présumer que la navigation aérienne va bientôt, elle aussi, sortir de la période des tâtonnements. Il n'y a sans doute là qu'une coïncidence, les hommes qui s'occupent des sous-marins et ceux qui ont perfectionné les aréonefs étant des spécialistes de carrières différentes, gardant de part et d'autre leurs secrets. Pourtant, l'examen le plus superficiel montre que les deux problèmes à résoudre se touchent par beaucoup de points et que probablement les progrès réalisés d'un côté pourraient être utiles à connaître de l'autre.

La plongée d'un sous-marin et l'ascension d'un ballon sont des opérations tout à fait semblables. Le sous-marin, au départ, flotte: il est plus léger que l'eau; on le charge en introduisant de l'eau dans ses water-ballasts jusqu'à ce qu'il soit légèrement plus lourd que le volume de liquide qu'il déplace; pour l'arrêter et le faire remonter, on l'allège en expulsant, au moyen de pompes ou à l'air comprimé, une partie de l'eau embarquée. Le ballon, plus léger que l'air, s'élève dès qu'on le lâche; pour le faire descendre, ne pouvant augmenter son poids, on diminue son volume en lâchant du gaz; pour le faire remonter ensuite, on diminue son poids en jetant du lest.

Le ballon ne peut pas faire un très grand nombre de changements d'altitude, étant limité par la dépense de

gaz et de lest, tandis que le sous-marin prend autour de lui l'eau qui lui est nécessaire pour ses changements d'immersion, et ne dépense que l'énergie exigée par la pompe (cette pompe peut, du reste, être mue à bras). Mais, par contre, le ballon livré à lui-même trouve toujours une position d'équilibre à une hauteur déterminée, telle qu'il y ait égalité entre son poids et celui de l'air qu'il déplace : la densité de l'air diminuant à mesure que l'on monte, cette égalité arrive forcément à s'établir; au contraire, le sous-marin qui descend sous l'action de la pesanteur ira jusqu'au fond de la mer sans trouver de profondeur d'équilibre, si aucune cause n'intervient pour l'alléger; il se comprime en descendant, tandis que le ballon qui monte augmente de volume; son mouvement d'immersion est un mouvement accéléré, tandis que celui d'ascension du ballon est un mouvement retardé. Cependant, il n'est pas très difficile de maintenir un sous-marin immergé à une profondeur quelconque, en expulsant ou introduisant des quantités d'eau peu importantes; on peut régler ainsi l'immersion, si on le désire, à quelques centimètres près; on arrive à un résultat analogue avec certains ballons, mais avec une approximation bien moindre : c'est que, dans l'eau, les frottements considérables interviennent pour empêcher les mouvements de prendre immédiatement leur accélération, et on a le temps d'opposer à la force qui rompt l'équilibre une autre force qui le rétablit.

La propulsion est obtenue, dans l'aéronef comme dans le sous-marin, par un moteur (ordinairement moteur à pétrole) actionnant une ou plusieurs hélices. Les hélices de l'aéronef peuvent être de grand diamètre et à rotation lente, ou de petit diamètre et tourner à un grand nombre de tours; l'un et l'autre système peuvent se défendre pour d'excellentes raisons : les partisans des rotations rapides disent que le fluide fuit en quelque sorte sous les ailes qui l'attaquent d'un mouvement trop lent; les autres, que, si les ailes tournent vite, elles font le vide dans l'espace qu'elles enveloppent et que leur rendement en est diminué; en fait, les deux solutions se valent : le *Patrie* et le *Ville-de-Paris* avaient le même volume (3.000 mètres cubes), des moteurs de puissance à peu près égale (70 chevaux), et ont donné sensiblement la même vitesse (41 mètres environ à la seconde), le premier avec des hélices de 2<sup>m</sup>,50 de diamètre tournant à 1.000 tours à la minute, le second avec une hélice de 6 mètres tournant à 180 tours. A titre d'indication, les hélices des sous-marins — comme la plupart des hélices de bâtiments — tournent à des vitesses qui ne dépassent guère 300 tours.

La position des hélices n'est pas indifférente. Sur les sous-marins, comme sur tous les navires, elles sont à l'arrière, en partie à cause des chocs possibles, en partie pour donner aux formes de l'avant une finesse qu'elles ne pourraient atteindre si elles portaient le propulseur. Sur la plupart des aéronefs, au contraire, elles sont à l'avant, afin de battre l'air avant qu'il ait été déplacé par le mouvement du vaisseau; sur certains (comme autrefois le *Patrie*), les deux hélices, actionnées par le même moteur, sont au milieu de la longueur, de part et d'autre de la nacelle; sur d'autres, enfin (les *Santos-Dumont*, par exemple), l'hélice est à l'arrière et son rendement ne paraît guère en être moins bon.

Les vitesses atteintes par les aéronefs sont beaucoup plus grandes que celles qu'ont réalisées les sous-marins : ceux-ci n'ont jamais dépassé jusqu'à présent 12 nœuds en marche à la surface (complètement émergés) et 8 nœuds avec la coque tout entière sous l'eau : cela fait à peu près 6 mètres et 4 mètres par seconde; l'objectif que l'on poursuit actuellement, c'est d'atteindre pour ces vitesses respectives des valeurs de 15 nœuds et 10 nœuds (c'est-à-dire 7<sup>m</sup>,50 et 5 mètres à la seconde); au contraire, on est arrivé très vite, avec le *Patrie* et le *Ville-de-Paris*, à 11 mètres ou même 12 à la seconde : cela représente 22 à 24 nœuds, c'est-à-dire une très belle vitesse de bâtiment de surface : la différence

des frottements que produisent l'air et l'eau suffit à expliquer cet écart, que l'on trouve encore plus sensible si l'on réfléchit aux différences de volumes et de puissances des moteurs qui sont en jeu. Il n'est pas douteux que, tandis que la navigation sous-marine voit son champ d'action très limité par la difficulté d'augmenter la vitesse sous l'eau, la navigation aérienne ne fasse de ce côté de nouveaux progrès considérables, notamment par l'adoption des moteurs de plus en plus légers que l'industrie arrive à fabriquer actuellement et grâce auxquels on peut avoir une puissance très grande pour un poids infime.

La vitesse des aéronefs donne lieu cependant à un inconvénient capital. La légèreté de leur enveloppe devant, de toute nécessité, être extrêmement grande, sa rigidité est forcément faible, et dès qu'elle éprouve un balancement longitudinal, cette enveloppe risque de se plier, de rompre les câbles de suspension de la nacelle, de se briser même : ainsi se sont produits la plupart des accidents d'aéronefs, en particulier l'un des derniers, celui du *Pax* en 1901. Or, c'est un fait d'expérience que ces oscillations dangereuses se développent d'autant plus que la vitesse est plus grande : c'est pourquoi beaucoup d'aéronefs n'ont pu, par crainte d'accidents, utiliser toute la puissance de leur moteur. Le comte Zeppelin, inventeur d'un dirigeable expérimenté en Allemagne, a voulu tourner la difficulté en faisant une enveloppe rigide en aluminium; mais l'inconvénient principal de cette solution est son poids, qui a obligé à agrandir le vaisseau aérien dans des proportions énormes : le *Zeppelin* a un volume de 12.000 mètres cubes, c'est-à-dire égal à celui de la carène immergée d'un cuirassé moderne; sa longueur atteint 130 mètres, et il est si difficile à manœuvrer qu'il lui faut, pour atterrir, la surface d'un lac; mais cependant les comptes-rendus les plus favorables lui attribuent une vitesse qui n'a pas dépassé 12 mètres à la seconde et qui n'a pu être soutenue longtemps.

Au point de vue de la vitesse, il n'est pas douteux que la solution la plus favorable ne soit fournie par les aéroplanes : l'utilisation de la puissance du moteur y est exceptionnellement bonne, la résistance offerte par l'air étant presque nulle, et il n'y a plus à craindre de déformations dues aux oscillations. Mais, précisément à cause des grandes vitesses que l'on atteint facilement avec ces appareils, on est arrêté dans leur emploi par d'autres difficultés, surtout par celle que l'on éprouve à les maintenir à la même hauteur et sans inclinaison longitudinale.

Cette difficulté est un des points les plus délicats du problème des aéronefs comme de celui des sous-marins. Dans l'un et l'autre cas, il a été résolu d'une manière à peu près identique : l'aéronef ou le sous-marin ayant été amené, par variation de poids, à une hauteur ou à une immersion donnée, et le moteur ayant été mis en marche, les réactions du fluide — eau ou air — contre sa carène tendront à lui imprimer des mouvements d'inclinaison longitudinale qui sont d'abord nuisibles et gênants en eux-mêmes, et qui ont, en outre, pour conséquence de rendre oblique la trajectoire que l'on voulait horizontale; on lutte contre cet effet en disposant autour de la carène des plans fixes horizontaux dont la surface est déterminée, tant par tâtonnements que par le calcul, de manière à équilibrer, par le frottement qu'ils produisent, les causes d'inclinaison : ce sont les plans de dérive ou plans stabilisateurs, qui ont pour rôle de donner au navire aérien ou sous-marin — comme les pennons à la flèche — la stabilité de route qui lui manquerait sans eux. L'installation est complétée par des plans fixes verticaux qui amortissent les oscillations latérales, le roulis. Ces plans sont ordinairement des tôles minces ou des toiles tendues sur une carcasse métallique; cependant, sur le *Ville-de-Paris*, on a préféré les remplacer par des tubes remplis de gaz, dont la surface extérieure joue le même rôle que les plans.

Les changements de hauteur de l'aéronef ou les

changements d'immersion des sous-marins peuvent, comme nous l'avons dit, s'obtenir par des variations de poids; mais c'est là un moyen brutal, et qui, de plus, dans le cas de l'aéronef, a l'inconvénient de dépenser du lest dont la provision est limitée. En outre, l'équilibre dont nous avons parlé, et qui est obtenu par les plans de dérive, ne peut jamais être qu'approximatif: la moindre cause suffit à le déranger; par exemple, si l'on manœuvre le gouvernail de direction qui existe à l'arrière pour permettre au navire de s'orienter comme il lui convient, on voit l'avant se relever d'une manière très sensible, et d'autant plus que le gouvernail aura été mis à un plus grand angle (cet effet est le même sur les aéronefs et les sous-marins). Pour rétablir l'équilibre détruit, on ajoute aux plans de dérive horizontaux d'autres plans qui les prolongent, mais auxquels on peut donner une inclinaison variable: ce sont les gouvernails d'altitude. Les sous-marins en possèdent ordinairement deux paires, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière; quelques-uns en ont une troisième paire au milieu; cette dernière n'a d'effet que sur la profondeur, et n'influe pas sur l'inclinaison de l'axe; les gouvernails des extrémités agissent sur l'inclinaison, et, par leur action combinée, sur l'immersion; pendant la marche, le poids du sous-marin ayant été réglé et rendu à très peu près égal à celui de l'eau déplacée, c'est uniquement au moyen des gouvernails que l'on produit les changements d'immersion nécessaires. De même les derniers dirigeables sont munis d'ailerons mobiles à l'arrière, pour corriger les tendances à l'inclinaison, et aussi au milieu, pour leur permettre de monter ou de descendre sans dépenser de lest ni de gaz. On peut même dire qu'à l'heure actuelle, c'est l'installation et la manœuvre de ces ailerons ou gouvernails qui a le plus besoin d'être perfectionnée (la manœuvre, en particulier, est très délicate); c'est grâce à eux, du reste, que l'on est arrivé, sur les derniers aéronefs, aux résultats très satisfaisants qui ont marqué les années 1906 et 1907.

A. T.

#### § 4. — Physique

**L'influence des substances radio-actives de l'atmosphère sur les résultats des mesures d'électricité atmosphérique.** — En étudiant les substances radio-actives qui se précipitent sur un fil chargé négativement et exposé à l'air libre, M. K. Kurz avait eu l'occasion de constater que l'effet ionisateur des produits de décomposition accumulés sur le fil peut être encore observé plusieurs heures après que le fil a été déchargé au moyen d'un électromètre à feuilles métalliques. Sans tension électrique, l'exposition du fil doit durer plusieurs heures: avec une tension négative de quelques centaines de volts, quelques minutes suffisent; enfin, avec une tension négative de quelques milliers de volts, il n'est plus besoin que de quelques secondes. Les tensions positives appliquées au fil se montrent sans effet.

Ces phénomènes ont conduit l'auteur à étudier plus en détail l'influence que les substances radio-actives précipitées de l'atmosphère doivent avoir sur les résultats des mesures d'électricité atmosphérique. Les recherches<sup>1</sup> qu'il vient de faire dans ce but lui ont donné les résultats suivants:

Dans le cas d'un corps à dispersion négativement chargé, il se produit à sa surface une accumulation de substances radio-actives solides, entraînant un déplacement des feuilles d'aluminium plus grand que le déplacement dû aux conditions d'ionisation positives naturelles. Dans certaines circonstances, l'on observe sur les corps à dispersion positivement chargés une modification pareille, due aux substances qui se déposent à l'intérieur du cylindre externe d'un condensateur à tubes.

Avec l'appareil à aspiration d'Ebert, le nombre d'ions

dans le plan serait ainsi d'environ 4 % trop grand et la vitesse de 4 % trop petite. Dans le cas de l'appareil Gerdien, on obtient, en tenant compte des faits précédents, une chute de potentiel identique pour une charge négative ou positive de l'électromètre. Pour l'appareil d'Elster-Geitel, au contraire, il est impossible d'indiquer quantitativement l'influence de ces substances.

La raison ultime d'une semblable influence au point de vue de la théorie ionique serait due au fonctionnement de ces appareils avec courant saturé ou non saturé; les dispositifs employant uniquement les courants libres seraient sensiblement exempts de toute influence.

D'une façon générale, l'on peut affirmer que la part des ions libres positifs et celle des ions libres négatifs dans la conductibilité spécifique de l'atmosphère sont égales; en d'autres termes, un régime stationnaire, où le rapport des vitesses ioniques serait en même temps le rapport réciproque des nombres ioniques, tendrait à s'établir dans l'atmosphère. Ce régime final serait dû à l'influence différente qu'exercent sur les ions positifs et les ions négatifs les substances absorbées par les surfaces, la poussière, la fumée, la vapeur d'eau, etc. La mobilité différente des ions positifs et des ions négatifs déterminerait la prévalence des ions positifs libres sur les ions libres de signe opposé. Le courant de saturation entretenu par ces substances radio-actives dans chaque mètre cube d'air atmosphérique est calculé sur la base des quantités interceptées par un appareil à aspiration.

#### § 5. — Agronomie

**La production et la consommation du jute en 1906.** — Les deux provinces du Bengale ont conservé jusqu'à présent le monopole exclusif de la culture du *Corchorus capsularis* et du *Corchorus olitorius*, les deux plantes auxquelles on doit la fibre connue sous le nom de jute. Dans la présidence de Madras et au Népal, on retire de l'*Hibiscus cannabinus*, appelé communément *Binlipatam jute*, une fibre qui serait inférieure à celle du Bengale, mais qui donnerait, mélangée à cette dernière, d'assez bons résultats.

Le Bengale, pays de plaines basses, avec un sol d'alluvion fortement saturé d'eau, grâce aux fleuves qui le baignent et surtout aux pluies abondantes qui le visitent pendant les mois les plus chauds de l'année (juillet, août et septembre), doit sans doute aussi à sa situation géographique et à ses particularités climatiques l'avantage d'être resté seul producteur d'une fibre qu'on s'arrache aujourd'hui. Ensemencée au commencement de mai, la plante arrive généralement à maturité vers la mi-août; elle est alors abattue et on la laisse sur place macérer dans l'eau pendant environ trois semaines, au bout desquelles, si les pluies n'ont pas fait défaut, l'écorce qui constitue la fibre est suffisamment amollie pour être enlevée à la main.

De 1897 à 1906, la surface ensemencée a passé de 871.093 hectares à 1.350.769, et la production, de 1.239.230 tonnes métriques à 1.737.640. Cet accroissement ne suffit pas aux besoins toujours plus considérables de l'industrie. Aussi, n'est-il pas surprenant que des efforts aient été tentés, tant ici qu'ailleurs, en vue de constituer de nouvelles sources de production<sup>1</sup>. On pourra, sans doute, étendre encore cette culture aux Indes mêmes, grâce au fait que les terrains ensemencés en jute peuvent, la même année, de fin août à décembre, donner une récolte avantageuse de riz. D'autre part, des essais ont été tentés à la Côte-d'Or sans grand succès; ceux des Victoria Falls auraient

<sup>1</sup> Production, industrie et commerce du jute dans l'Inde. *Moniteur officiel du Commerce*, 14 novembre 1907. — *Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France*, 1906, n° 579. Inde. Commerce extérieur de Calcutta en 1905-1906.

<sup>1</sup> *Annalen der Physik*, n° 45, 1907.