

# BULLETIN

DE

## LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

---

### COSMOGRAPHIE.

RAPPORT fait par M. le baron E. DE SILVESTRE, au nom des comités des arts économiques et des arts mécaniques, sur quelques nouveaux APPAREILS URANOGRAPHIQUES inventés par M. H. ROBERT, horloger, rue de Chabanais, 2.

Messieurs, si la théorie est souvent insuffisante pour donner aux jeunes gens une idée bien nette de la manière dont s'accomplissent certains phénomènes physiques, c'est surtout lorsqu'il s'agit de la partie de la science qui traite des mouvements planétaires. Aussi est-ce un véritable service à rendre à la jeunesse que d'imaginer des appareils qui servent comme de complément aux démonstrations théoriques, et qui offrent, aux yeux des élèves, l'image, aussi fidèle que possible, de ce qui se passe dans la nature.

Déjà un assez grand nombre d'instruments destinés à l'enseignement de la cosmographie ont été examinés et jugés par vous, et vous avez toujours considéré les appareils simples, c'est-à-dire qui servent à la démonstration de phénomènes isolés, comme devant être préférés à ceux qui, plus ou moins compliqués, sont appelés à reproduire un certain ensemble de mouvements planétaires. Vous avez développé les motifs de cette préférence que, dans l'intérêt de l'enseignement, vous accordiez aux premiers.

M. H. Robert, horloger de la marine impériale, a déjà, comme vous le savez, construit pour l'usage des écoles plusieurs instruments uranographiques aussi simples qu'ingénieux, qui, approuvés et recommandés par vous, ont été d'un très-utile secours dans un grand nombre de maisons d'éducation. M. Robert a confié à vos comités des lettres aussi flatteuses qu'honorables qui lui ont été adressées de divers lycées de Paris, de la province et

Tome II. — 54<sup>e</sup> année. 2<sup>e</sup> série. — Février 1855.

9

même de l'étranger, et qui témoignent des utiles services que ses instruments ont rendus jusqu'ici. Nous ajouterons qu'un de nos plus habiles astronomes, professeur à l'école polytechnique, M. Faye, en a conseillé l'usage dans les deux éditions de sa *Cosmographie*.

Aujourd'hui vos comités réunis des arts économiques et des arts mécaniques ont à vous rendre compte de l'examen qu'ils ont fait de quelques nouveaux appareils que M. H. Robert a soumis, il y a peu de temps, à l'appréciation du conseil. Le premier de ces appareils a rapport aux causes de l'inégalité des saisons ; le second, inventé par MM. H. Robert et Macqueron, fait voir comment s'accomplit la précession des équinoxes ; le troisième rend compte du phénomène de la précession et du mouvement conique de l'axe de la terre autour des pôles de l'écliptique ; un quatrième, enfin, a été proposé par M. H. Robert pour démontrer qu'un corps lancé horizontalement dans l'espace met le même temps à parcourir sa trajectoire parabolique que s'il tombait de son point de départ sous la seule influence de la pesanteur. Vos comités ont examiné avec soin ces petits appareils, et ils les ont trouvés très-propres à atteindre le but que s'était proposé M. H. Robert.

Pour ne pas abuser, Messieurs, du temps qu'il est permis de consacrer à la lecture d'un rapport, nous ne vous exposerons pas ici la description de ces divers appareils ; nous vous demanderons seulement de pouvoir vous dire quelques mots sur l'instrument n° 3, qui a surtout attiré l'attention de vos comités, et qui leur a paru aussi ingénieux qu'utile pour la démonstration, même dans les écoles supérieures.

Par suite de l'action des forces qui sollicitent la terre dans l'espace, son mouvement éprouve diverses perturbations qui peuvent être considérées comme dues à la pesanteur du ménisque terrestre vers l'écliptique. Tel est le phénomène qu'on désigne sous le nom de *précession des équinoxes*, dont la conséquence est le mouvement elliptique de l'axe de la terre autour de celui de l'écliptique.

Ayant dans les mains l'appareil de M. H. Robert, supposons d'abord, ainsi qu'on le fait dans les cours, que la terre soit sphérique et homogène ou composée de couches homogènes. Dans ce cas, la force motrice qui retient notre globe dans son orbite passe par le centre de la planète qui est en même temps son centre de gravité ; le mouvement diurne n'est nullement troublé, et la ligne des équinoxes ainsi que l'axe de la terre restent constamment parallèles à eux-mêmes pendant que le centre parcourt son orbite autour du soleil. Or, si nous faisons coïncider le centre de gravité du disque de l'appareil avec le point d'appui, ce disque, qui pourra représenter l'équateur, restera en équilibre, quelle que soit l'inclinaison qu'on donnera à son axe ; et, si

on lui imprime un mouvement de rotation, la ligne des équinoxes ainsi que l'axe de la terre resteront constamment parallèles à eux-mêmes pendant le mouvement de translation du globe. C'est l'image exacte de ce qui se passerait dans la nature, si notre globe était sphérique et homogène.

Passons maintenant, ainsi qu'il est encore d'usage dans les cours, au cas où la terre est non pas sphérique, mais renflée à l'équateur. La théorie prouve alors que le mouvement diurne et que l'inclinaison du plan de l'équateur sur celui de l'écliptique ne sont pas altérés d'une manière appréciable, mais que les forces qui agissent sur le ménisque font varier la direction de l'axe terrestre dans l'espace, ainsi que celle de l'équateur sur l'écliptique; et l'on explique, par là, et la précession des équinoxes et le mouvement rétrograde et elliptique de l'axe de la terre autour des pôles de l'écliptique.

M. H. Robert, pour offrir l'image de ce double mouvement, s'est servi de la pesanteur du disque vers le sol, par analogie avec celle du ménisque terrestre vers le plan de l'écliptique; et, pour produire l'effet voulu, il a placé le point d'appui du disque un peu au-dessus de son centre de gravité: d'où il suit que, si on incline l'axe de rotation, la pesanteur tendra à ramener le disque dans le plan horizontal, qui pourra être considéré comme parallèle à celui de l'écliptique.

Si on imprime d'abord au disque un mouvement de rotation et si on l'incline ensuite, l'appareil représentera le ménisque terrestre tournant autour de son axe et sous l'influence de la pesanteur vers l'écliptique; aussi observera-t-on un double mouvement semblable à celui qui a lieu dans la nature, c'est-à-dire la rétrogradation de la ligne des équinoxes et le mouvement elliptique, en sens inverse des signes, de l'axe terrestre autour des pôles de l'écliptique. Il va sans dire que, dans ce cas, l'écliptique fictif passe par le point d'appui, et l'équateur se trouve être un plan passant par le même point et parallèle au disque, dont il suit tous les mouvements.

Enfin, si le point d'appui ou de suspension du disque est situé au-dessous du centre de gravité au lieu d'être placé au-dessus, l'appareil se trouvera dans une position d'équilibre instantané, et, si on imprime au disque un mouvement rapide de rotation, le système sera dans les mêmes conditions que la toupie tournante, dont il reproduira tous les mouvements. On sait que, quand l'axe de la toupie est incliné, il décrit autour de la verticale passant par le point d'appui une surface conique, mais que le mouvement de cet axe a lieu en sens direct du mouvement de rotation, contrairement à ce qui se passe quand le centre de gravité est situé au-dessus du point d'appui.

Tous ces divers phénomènes sont très-bien rendus par l'ingénieux petit ap-

pareil de M. H. Robert, qui est, comme on le voit, d'une utilité plus générale pour la démonstration que celui bien connu de Bohnenberger; aussi vos comités ont-ils pensé qu'il ne pouvait être que d'un très-bon usage dans les cours publics.

Il est juste d'ajouter ici que les nouveaux appareils de M. H. Robert ont déjà été adoptés avec succès dans l'enseignement; l'école polytechnique, notamment, se sert, dans son cours de géodésie, de l'appareil à précession dont nous venons d'avoir l'honneur de vous entretenir, lequel a été indiqué dans le résumé de ce même cours, qui est lithographié pour l'usage des élèves. Si nous insistons sur de tels faits, c'est moins parce qu'ils sont honorables pour M. H. Robert que parce qu'ils font voir l'utilité que l'enseignement peut tirer de leur publicité.

Les comités réunis des arts économiques et des arts mécaniques vous demandent, Messieurs, 1° de remercier M. H. Robert de sa communication; 2° d'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin*, avec les figures et la description des quatre nouveaux appareils que l'auteur a soumis au jugement de la Société.

Signé E. DE SILVESTRE, rapporteur.

Approuvé en séance, le 29 novembre 1854.

DESCRIPTION DES INSTRUMENTS DE M. HENRI ROBERT, REPRÉSENTÉS PLANCHE 34.

#### *Appareil giratoire.*

Fig. 1. Elévation de l'appareil et de son support.

Fig. 2. Vue perspective de l'appareil, moins le support.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les deux figures.

A A', disque métallique pesant évidé en son milieu.

B B', axe en acier fixé au disque par une douille D D' que supportent quatre petites colonnes en cuivre *m, n, o, p* et un petit plateau circulaire *q r*.

On peut faire varier à volonté la position de la pointe B par rapport au centre de gravité de l'appareil, en enfonçant plus ou moins l'axe dans sa douille et l'y fixant à l'aide de la vis V.

S est le support sur lequel repose la pointe B.

A l'aide d'une petite ficelle, on peut communiquer à cet appareil un mouvement de rotation extrêmement rapide et d'une durée suffisante pour toutes les expériences.

#### I. Composition des rotations.

Supposons l'appareil en repos, placé sur son support, de manière à ce que l'axe B B' soit vertical et que le centre de gravité soit en B; il restera ainsi en équilibre sous l'action de la pesanteur. Si l'on frappe le disque A A' de haut en bas dans le

sens de la flèche  $L$  (fig. 2), l'appareil tournera autour d'un certain axe idéal  $BE$ , perpendiculaire au plan vertical passant par  $B B'$  et par la flèche. Cette rotation aura pour effet de faire chavirer l'appareil vers la gauche du lecteur; mais si, au lieu d'être immobile, comme nous l'avons supposé, l'appareil tourne autour de son axe propre  $B B'$  de droite à gauche, il ne tombera pas, il ne chavirera pas à gauche, il s'inclinera au contraire un peu vers le lecteur, et son axe  $BC$  prendra la position  $BF$ , en continuant à tourner sans changer de direction. Cette direction serait la diagonale du parallélogramme construit sur les axes  $BC$  et  $BE$  des deux rotations dont le corps est animé, en supposant que les longueurs  $BC$  et  $BE$  soient prises dans le rapport même de ces rotations d'énergies différentes.

Pour que l'expérience réussisse, il faut que le centre de gravité soit en  $B$ ; alors, quelque direction que l'on donne à l'axe  $B B'$ , l'appareil conservera sa position, quand bien même on lui aurait communiqué un rapide mouvement de rotation autour de  $B B'$ .

Une condition indispensable encore à l'interprétation de ce phénomène est de distinguer avec soin les deux sens que toute rotation peut affecter. Il est de règle, en effet, dans la construction du parallélogramme des axes  $EB$ ,  $CF$ , dont la diagonale représente l'axe de la rotation résultante, que les rotations composantes doivent être de même sens autour des axes  $BC$  et  $BE$ .

## II. Précession des équinoxes.

Supposons maintenant l'axe  $B B'$  placé dans sa douille  $DD'$ , de manière à ce que le centre de gravité de l'appareil soit situé au-dessous du support, au-dessous de l'extrémité  $B$  de l'axe de rotation. C'est la position d'équilibre stable, car, si l'on écarte l'axe de la verticale, vers la droite par exemple, il reviendra à cette verticale par un mouvement de rotation exécuté de droite à gauche, autour d'un axe idéal  $BE$ . Mais si on a communiqué à l'appareil un mouvement de rotation autour de  $B B'$ , dès qu'on aura écarté l'axe de la verticale, il n'y reviendra pas, mais il tournera coniquement autour d'elle, en conservant toujours la même inclinaison. Il faut remarquer que le mouvement conique de l'axe sera de sens contraire à la rotation de l'appareil; si celui-ci tourne de droite à gauche, l'axe circulera de gauche à droite autour de la verticale, mais avec une lenteur extrême, en comparaison de la vitesse de rotation imprimée à l'appareil. Ces phénomènes s'expliquent facilement si l'on considère que l'axe de l'appareil incliné tend constamment à se redresser pour se rapprocher de la verticale. Si l'on construit d'instant en instant le parallélogramme des deux rotations, on verra géométriquement comment les choses doivent se passer.

L'assimilation de ces phénomènes avec le double mouvement de la terre autour de la ligne du pôle est aisée. Pour l'appareil, c'est la pesanteur dont l'action tend à redresser l'axe de sa rotation propre et le fait circuler coniquement une fois qu'on l'a écarté de la verticale; pour la terre, c'est la pesanteur du renflement équatorial vers le soleil et vers la lune qui tend à redresser son axe de rotation par rapport au plan de l'écliptique et par conséquent à produire un lent mouvement conique de cet axe.

## III. Mouvement conique de l'axe de la toupie.

Pour mettre l'appareil à même de reproduire les mouvements dont le sens est diamétralement opposé à celui qui vient d'être décrit, il faut enfoncer l'axe  $B B'$  dans sa douille, jusqu'à ce que le centre de gravité soit au-dessus de la pointe  $B$ , au-dessus du support  $S$ . Alors, si on place l'axe  $B B'$  verticalement, l'appareil sera dans une position d'équilibre instable, et si on l'écarte de la verticale, loin de tendre à y revenir, il s'en écartera au contraire de plus en plus, par un mouvement de rotation dont l'axe sera perpendiculaire au plan vertical qui contient l'axe de l'appareil. Mais si l'on a préalablement communiqué à l'appareil un vif mouvement de rotation autour de l'axe  $B B'$ , et qu'on l'écarte ensuite de la verticale (en posant le doigt sur la pointe  $B'$ ), il ne tombera pas, mais il circulera coniquement autour de cette verticale en conservant l'inclinaison qu'on lui aura donnée.

Le sens de cette circulation conique sera le même que le sens de la rotation de l'appareil, tandis que dans le cas précédent (celui de la terre) la circulation conique de l'axe est rétrograde, si la rotation est directe; elle s'opère de gauche à droite, si la rotation de l'appareil a lieu de droite à gauche.

*Appareil servant à démontrer l'inégalité des saisons.*

Cet appareil a pour objet de montrer que le déplacement de la ligne des équinoxes, dans le sens rétrograde, et le mouvement de la ligne des absides de l'orbite de la terre, dans le sens direct, contribuent chacun séparément à changer la valeur de la surface des quatre secteurs de l'orbite terrestre que forme l'intersection de la ligne des équinoxes et de celle des solstices. D'où il résulte que l'étendue des quatre parties de l'orbite de la terre, dont chacune forme une saison, varie constamment, et qu'ainsi la durée des saisons ne peut être ni égale, ni constamment la même.

Fig. 3. Élévation de l'appareil.

Fig. 4. Plan de l'appareil. Les deux lignes formées par le croisillon  $A B C D$  représentent la ligne des équinoxes et celle des solstices. Ce croisillon peut tourner autour du centre de l'appareil; pour cela on n'a qu'à le faire mouvoir par l'un des quatre boutons placés en  $A, B, C, D$ .

Quant à l'ellipse, on la fait tourner au moyen du bouton  $T$  placé sous l'appareil.

Pour imiter ce qui se passe dans la nature, si on fait tourner lentement le croisillon dans le sens rétrograde indiqué par la flèche  $s r$ , et qu'on imprime en même temps à l'ellipse un mouvement de rotation dans le sens direct de la flèche  $s d$ , on voit à chaque instant varier l'étendue des quatre secteurs et par conséquent la durée des saisons, puisque chaque saison est représentée par la courbe comprise entre deux des quatre rayons vecteurs, qui ne sont autres que les barrettes du croisillon.

*Appareil pour la précession des équinoxes (1).*

Fig. 5. Élévation de l'appareil.

---

(1) Cet appareil a pour auteurs MM. Macqueron et Henri Robert.

Fig. 6. Plan de l'appareil.

Le plateau  $PP$  est le plan de l'écliptique, dont le soleil  $SS$  occupe le centre.

La tige  $a$  inclinée et fixe représente la direction actuelle de l'axe du monde, c'est-à-dire de l'axe de rotation de notre globe.

$ZZ'$  est un cercle fixe représentant une partie du zodiaque, le reste se trouvant caché par la pièce  $CC'$ . Cette pièce, en tournant avec le plateau  $PP$ , découvrira successivement les constellations zodiacales opposées à la terre, c'est-à-dire celles dans lesquelles semble passer le soleil.

La terre  $T$ , coupée par le plan de l'écliptique, supporte un demi-cercle incliné  $e$ , prolongement du plan de l'équateur terrestre du côté boréal de l'écliptique.

Pour se servir de l'appareil, on tourne d'abord le plateau de manière que le rayon vecteur  $v v'$ , gravé sur la pièce, aboutisse à l'entrée du signe du Bélier, et on dispose la terre de manière à ce que ce rayon vecteur se trouve dans le plan de l'équateur, ou, par conséquent, immédiatement au-dessous du diamètre  $m m'$  qui limite le demi-cercle  $e$ . La tige  $a$  est alors parallèle à la tige  $t$ , qui n'est autre que la première supposée transportée au centre du système solaire, et toutes deux se trouvent perpendiculaires sur  $v v'$ . Nous sommes donc à l'équinoxe de printemps.

Appuyant une main sur le pied de l'appareil, on fait de l'autre tourner le plateau  $PP$  dans le sens indiqué par la flèche  $F$ . La terre est entraînée dans ce mouvement. Son axe  $a$  paraît d'abord se transporter parallèlement à lui-même ou à la tige  $t$ ; le rayon vecteur quitte le plan de l'équateur, tendant à s'y replacer une première fois après un demi-tour, une seconde fois après un tour de plateau. Mais cet axe, au lieu de conserver le parallélisme, a pris progressivement une autre direction  $a'$ , en décrivant, lentement et toujours avec la même inclinaison sur l'écliptique, une petite portion de la surface d'un cône, dans le sens de la flèche  $f$ , ou en sens inverse du mouvement de translation. Le plan de l'équateur a suivi le même mouvement; son diamètre  $m m'$  a aussi tourné, allant pour ainsi dire au devant du rayon vecteur. Celui-ci se retrouve donc dans l'équateur, ou bien l'équinoxe du printemps se reproduit, avant que la terre ait achevé une révolution complète; en un mot, il y a une précession. Le rayon vecteur  $v v'$  correspond alors à un point du zodiaque situé dans le signe des Poissons. Le point équinoxial a rétrogradé.

L'année tropique est donc accomplie; qu'on achève le tour du plateau, on aura la fin de l'année sidérale.

#### *Appareil pour la chute des corps.*

Fig. 7. Lorsqu'un corps  $A$  est lancé par une force horizontale dans la direction  $A'B'$ , cette force, combinée avec l'action de la pesanteur, lui fait décrire une courbe parabolique  $A b C$ , et le temps qu'il emploie à parcourir cette courbe, pour arriver au plan horizontal, n'est pas plus long que celui qu'il mettrait à tomber selon la verticale  $A B$ .

Fig. 8. Appareil servant à démontrer le phénomène énoncé.

$MNOP$ , plateau de bois.

$r, s, t, u$ , règle à détente glissant dans la coulisse  $a b c d$ .

Supposons l'appareil posé horizontalement à 2 mètres de hauteur au moins. Si l'on met une bille L, sous le ressort R, et qu'on tire le bouton B, cette bille sera maintenue par le ressort contre le plateau de bois.

Si maintenant on met une seconde bille L', semblable à la première, dans l'intérieur de la coulisse, et qu'on lâche ensuite le bouton B, la bille L' sera lancée horizontalement, tandis que la bille L deviendra libre et tombera sous la seule action de la pesanteur.

Pour que l'expérience soit bien faite, il faut qu'à la chute des deux corps on n'entende frapper qu'un seul et même coup. La condition essentielle est que l'appareil et le plancher doivent être horizontaux ou dans des plans parallèles.

## SCIES.

RAPPORT fait par M. CALLA, au nom du comité des arts mécaniques,  
sur la SCIERIE A RUBAN de M. PÉRIN, rue Basfroi, 17,  
et rue de Charenton, 26.

Messieurs, votre comité des arts mécaniques a examiné les scieries à ruban de M. Périn et m'a chargé de vous en rendre compte.

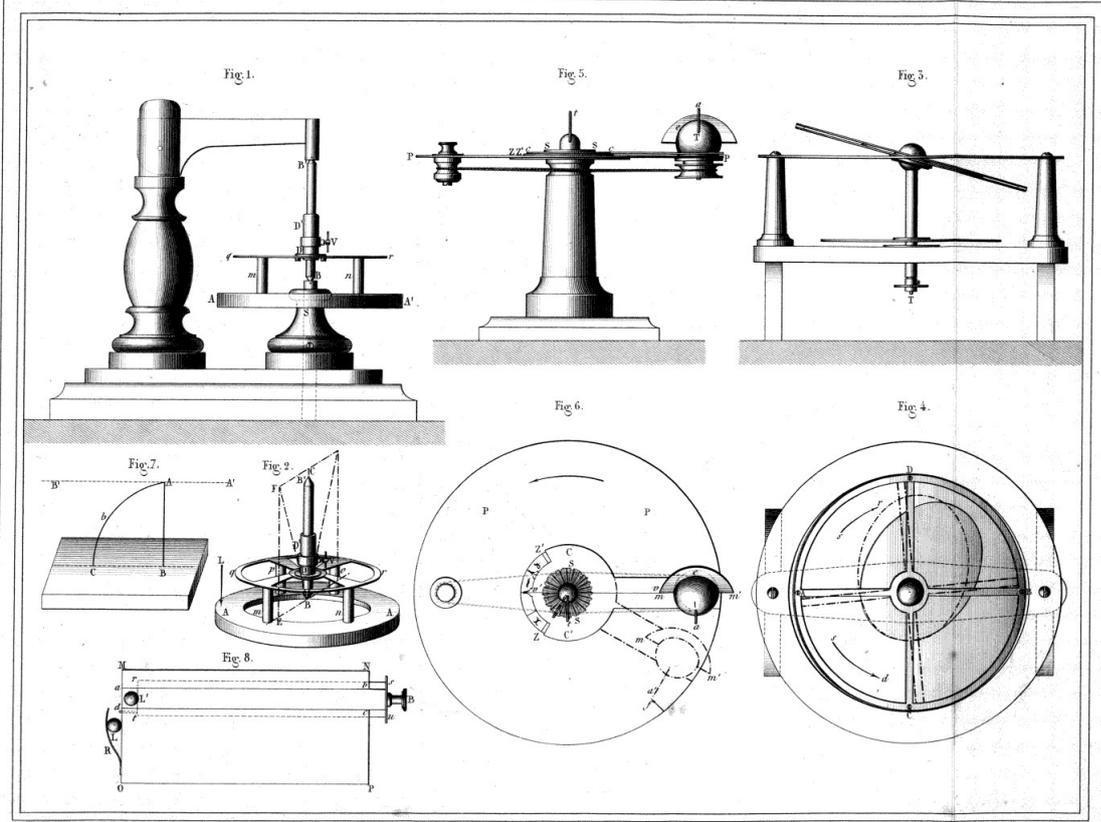
L'établissement de M. Périn, situé dans le faubourg Saint-Antoine, rend, depuis longues années, de très-grands services à l'industrie des meubles.

Vous avez pu voir, au Conservatoire des arts et métiers, le modèle d'une scierie à lame sans fin proposée par M. Touroude. — Votre *Bulletin* de juillet 1815 rendait compte de cet ingénieux appareil qui paraît avoir fonctionné quelque temps pour un travail spécial, mais qui a disparu de la pratique presque aussitôt.

Quelques mots indiqueront suffisamment les causes pour lesquelles cet appareil et celui de M. Thouard, qui trente ans plus tard a repris la même idée, n'ont pu donner des résultats utiles.

Le principe fondamental des trois systèmes de MM. Touroude, Thouard et Périn est le même : une lame de scie, soudée ou rivée de manière à former une lame sans fin, est passée, comme une courroie, sur deux poulies tournant dans le même plan ; on imprime un mouvement de rotation à ces poulies et, par conséquent, à la lame ou au ruban denté, et la scie agit ainsi d'une manière continue sur le bois ou sur la matière sur laquelle on veut opérer.

Ce système est simple, rationnel ; les essais qu'on en a faits ont réussi, et cependant les appareils de M. Touroude et de M. Thouard ont été bientôt abandonnés.



Ing<sup>rs</sup> Lamouroux, rue S. Jean de Beauvais, D. Paris.

Ad. Leblanc, del. et sc.

APPAREILS COSMOGRAPHIQUES. DE M. HENRI ROBERT.