



RECHERCHES PHYSIQUES
SUR LA CAUSE DE LA QUEÛE DES COMETES,
DE LA LUMIERE BOREALE, ET DE LA LUMIERE
ZODIACALE,
PAR MR. EULER.

Traduit du Latin.



Y A BEAUCOUP d'affinité entre les queües des Cometes & la Lumiere Boreale. En effet la queüe d'une Comete doit offrir à un spectateur placé sur sa surface dans l'hemisphere opposé au soleil, un Phénomène presque semblable à celui de la Lumiere Boreale sur la Terre; avec cette difference que la Lumiere de la queüe des Cometes est perpetuelle, beaucoup plus forte, & environne ces Corps de toutes parts, au lieu que la Lumiere Boreale ne paroît qu'en certains tems, & pour l'ordinaire dans une certaine région seulement du Ciel. Depuis lorsque le Ciel brille à nos yeux de l'eclat d'une forte lumiere Boreale, on ne sauroit douter, que la Terre ne paroisse comme ornée d'une petite queüe du coté Septentrional, aux spectateurs qui sont placés hors d'elle, par exemple, dans la Lune. Ainsi quoiqu'outre cette direction, il y ait encore plusieurs autres differences, qui distinguent l'Aurore Boreale des Queües des Cometes, il reste pourtant une ressemblance si considerable entre ces deux Phénomènes, que nous sommes tout à fait fondés à dériver leur origine de la même cause;

de sorte que si l'on fait bien la véritable cause de l'un, on ne sauroit être dans l'ignorance à l'égard de l'autre. Il est constant que le célèbre *Mr. de Mairan*, qui prétend avoir trouvé la cause de la Lumière Boréale dans la Lumière Zodiacale, se propose d'expliquer aussi les queues des Comètes par le même principe. Mais comme plusieurs Comètes paroissent avec des queues, avant que d'avoir atteint la Lumière Zodiacale, il en naît une objection importante contre cette explication même de l'Aurore Boreale; & cette difficulté jointe à plusieurs autres, qu'on peut former contre cette Hypothèse, d'ailleurs extrêmement ingénieuse, lui ôte beaucoup de sa vraisemblance. Je me persuade d'être en état d'assigner une cause qui puisse satisfaire à l'explication de l'un & de l'autre de ces deux Phénomènes, & qui soit en même tems si bien liée avec les autres vérités fondamentales de la Physique, qu'il ne sera presque plus permis de la revoquer en doute.

II. ON SE SERT ordinairement de plusieurs Argumens pour prouver que les queues des Comètes, aussi bien que l'Aurore Boreale, ne sont pas de purs phantomes & des illusions de la vûe, comme l'Arc en Ciel, les Halos &c. mais qu'il existe effectivement dans les endroits où on les apperçoit des Corpuscules, d'où part cette Lumière: quoiqu'on convienne que plusieurs Phénomènes particuliers de l'Aurore Boreale se produisent par la réflexion & par la réfraction des rayons. Etant donc certain que dans les régions où existent les Comètes, & dans le voisinage de la Terre, où les Aurores Boreales paroissent de tems en tems, il y a des Corpuscules propres à la représentation de ces Phénomènes, il naît de là une double Question; savoir, quels sont ces Corpuscules? & d'où ils ont été apportés dans ces régions? *Mr. de Mairan* y répond, en disant que

que ces Corpuscules viennent de l'Atmosphère Solaire, où il place la Lumière Zodiacale, & sont transportés de cette Atmosphère dans les endroits, où ils produisent les Phénomènes susdits. Ce sentiment est sujet à bien des difficultés, puisqu'on ne sauroit comprendre, comment cette Atmosphère Solaire peut s'étendre à une si grande distance de soleil, pourquoi elle ne s'étend aussi qu'autour de l'Équateur du Soleil, & comment plusieurs Comètes ont des queues, quoiqu'elles n'atteignent jamais cette Atmosphère. Il est donc beaucoup plus probable que la Lumière Zodiacale même procède d'une pareille cause que les Queues des Comètes & l'Aurore Boreale, en sorte que les particules qui forment la Lumière Zodiacale émanent du Soleil, de la même manière que les particules, auxquelles nous attribuons les Queues des Comètes & la Lumière Boreale, procèdent de ces Corps mêmes. En effet le Soleil est environné autour de son Équateur d'une lumière qui s'étend à une distance prodigieuse, & qu'on appelle Zodiacale, les Comètes ont une lumière sous l'apparence de Queue dans la région à peu près opposée au Soleil, & la Terre paroît quelquefois revêtue d'une lumière qui se manifeste au Septentrion. Quelque différence qu'il y ait à divers égards entre ces Phénomènes, elle n'est pourtant pas telle qu'ils ne puissent être produits par la même cause. Car la diversité des Corps du Soleil, de la Terre & des Comètes peut tellement modifier l'action d'une même cause, qu'il paroisse en résulter des effets extrêmement dissemblables. C'est pourquoi je ne balance point à déduire ces trois Phénomènes de la même cause.

III. ET D'ABORD pour ce qui regarde la nature des Corpuscules qui nous représentent ces Phénomènes, il faut, puisqu'ils sont visibles & qu'ils nous envoient des rayons, qu'ils soient lumineux, ou
du

du moins éclairés. Mais, quoique la Lumière Zodiacale, comme venant du Soleil, semble prouver que ces particules ont une lumière propre, on ne sauroit d'un autre côté supposer rien d'embrasé ou d'ardent dans les Queües des Cometes, puisque les Cometes elles mêmes font des Corps opaques, & que, ce nonobstant, elles jettent plus de lumière que leurs queües. Mais comme les Planetes & les autres Corps opaques, qui sont à une grande distance de nous, paroissent, lorsque le Soleil les éclaire, briller d'une lumière à peu près égale à celle des Etoiles fixes, qui sont des Corps naturellement lumineux, il semble suffisant pour expliquer les Phénomènes des Queües des Cometes, de la Lumière Zodiacale, & de l'Aurore Boreale, de supposer qu'il y a dans ces endroits là des particules opaques, qui reçoivent la lumière du Soleil. Ce n'est pas que je voulusse dépouiller entièrement ces particules de toute lumière propre, puisqu'il peut arriver, malgré leur opacité naturelle, qu'en passant d'une Atmosphère plus épaisse dans un air plus libre, leur état d'équilibre change de manière à leur faire aquerir les vibrations requises pour former des rayons lumineux. Il se peut même que ces particules, detachées de l'Atmosphère par une cause que j'indiquerai dans la suite, soient d'une nature ignée, & qu'elles s'embrasent facilement d'elles mêmes. De plus, comme les Etoiles sont pour l'ordinaire visibles à travers ces Phénomènes, il faut que la matiere formée de l'assemblage de ces particules soit très rare, mille fois plus & au delà que le nuage le plus delié. Car un nuage qui est transparent de près, perd, dès qu'il s'éloigne toute sa pellucidité, parce que les Corps placés à certains intervalles les uns des autres, paroissent au Spectateur d'autant plus près entr'eux, que leur éloignement est grand. Si donc les Queües des Cometes conservent leur transparence à une aussi enorme distance,

distance, il faut nécessairement que les particules dont elles sont composées, soient à de très grands intervalles les unes des autres. C'est de là que *Newton* a tiré cette conclusion fort vraisemblable, que toute la matiere qui forme la plus longue queue d'une Comete, etant comprimée, ne rempliroit peut-etre pas l'espace d'un pouce cubique.

IV. POUR EXPLIQUER ces phénomènes, je dis que les rayons du Soleil peuvent chasser des Atmosphères des Planetes les particules les plus subtiles, sur lesquelles ils agissent. Car si les rayons de lumiere partoient effectivement du Soleil, comme *Newton* le prétend, avec une vitesse aussi grande que l'est celle que les Observations leur attribuent, il n'y auroit aucun lieu de douter qu'ils n'enlevent avec une extrême force les corpuscules contre lesquels ils heurtent. Mais si l'on établit, au lieu du mouvement veritable des rayons, une propagation de flots de lumiere à travers l'ether, que je crois avoir démontrée dans ma Theorie de la lumiere & des Couleurs, de maniere que cette propagation de lumiere dans l'ether se fasse comme celle du son dans l'air, il semble plus difficile d'expliquer, comment de semblables flots peuvent enlever les particules qui voltigent dans l'Atmosphère. Cependant comme un son vehement excite non seulement un mouvement vibratoire dans les particules de l'air, mais qu'on observe encore un mouvement réel dans les petites poussieres très legères qui voltigent dans l'air, on ne sauroit douter que le mouvement vibratoire causé par la lumiere ne produise un semblable effet. Nous voyons en effet que les rayons du Soleil rassemblés par le miroir ardent écartent & dissipent avec une grande force les plus petits corpuscules qui sont placés au foyer; & de cette force que l'Experience nous montre dans les rayons réunis, nous sommes en droit de conclurre, que chaque rayon en a une sembla-

ble, quoique beaucoup moindre. La même conséquence découle de la nature même des rayons. Car, quoique les particules, dont le mouvement vibratoire fait la lumière, ne s'écartent pas sensiblement des lieux qu'elles occupent, cependant il y a quelque espace très petit dans lequel elles se meuvent, & ce mouvement suffit pour ébranler un peu les corpuscules les plus légers, contre lesquels elles heurtent; lequel ébranlement étant continuellement répété, il faut qu'à la fin ces corpuscules s'avancent d'un espace sensible. Il est évident que cela demande un tems considérable; & cela à proportion de l'épaisseur de ces particules, & de la résistance de la pesanteur, qui peut même être telle qu'elle détruise entièrement cet effet. A moins donc que ces particules ou petites poussières qui voltigent dans l'Atmosphère de quelque Planète, ne soient de la dernière ténuité, que leur force de pesanteur ne puisse être surmontée, & qu'elles ne demeurent assez longtems exposées à l'action des rayons du Soleil, il sera difficile qu'elles puissent être chassées à une distance considérable. Toutes ces circonstances doivent être soigneusement remarquées, comme essentielles à l'intelligence de l'explication suivante.

V. AYANT DONC établi cette force des rayons, je considérerai d'abord une Comète, (Fig. I.) dont le noyau ou le véritable Corps soit sphérique $aADBb$, & environné d'une Atmosphère pareillement sphérique $iEHGJFh$. Que les rayons du Soleil viennent du côté $EHGJF$ suivant les directions parallèles EEE , FFF . Alors les rayons solaires GGD , qui tombent directement, ou qui atteignent le Corps de la Comète, en vertu de la force ci dessus prouvée, chasseront les particules subtiles, ou les especes de petites poussières vers le Corps même de la Comète, & ne les pousseront
par

par conséquent pas hors de son Atmosphère. Mais les rayons qui ne font que friser l'Atmosphère de la Comète, comme *EEE*, *FFF*, enleveront avec eux les particules *E* & *F*, situées aux extrémités de l'Atmosphère, & les emporteront suivant les directions *EE* & *FF*. Et comme ces particules pesent vers le Corps de la Comète, aussitôt qu'elles seront chassées hors de l'Atmosphère, la double force, savoir celle de pesanteur, & celle que leur impriment les rayons du Soleil, leur fera suivre les lignes Courbes, *Ee*, *Ff*, & elles continueront à s'éloigner ainsi toujours plus de la Comète même, puisqu'elles restent perpétuellement exposées à l'action des rayons. Il résultera un semblable effet des rayons les plus voisins de *EE*, *FF*, qui passent bien par l'Atmosphère de la Comète, mais qui ne pénètrent pas jusqu'au noyau. Les derniers rayons, qui produiront cet effet, seront *HHa*, *IIb*, qui après la réfraction qu'ils souffrent dans leur passage par l'Atmosphère, touchent le Corps de la Comète dans les points *a* & *b*, & souffrant alors une nouvelle réfraction, s'en vont suivant les directions *abb*, *bii*. Elles emporteront donc avec elles suivant ces directions les particules les plus subtiles de l'Atmosphère, autant néanmoins que leur mouvement ne sera pas empêché & leur direction renduë courbe par la pesanteur. Mais on s'apercevra principalement de l'effet de la pesanteur, lorsque ces particules seront une fois poussées hors de l'Atmosphère, parce que, tandis qu'elles y sont, leur pesanteur spécifique presque égale à celle de l'Atmosphère, fait qu'elles n'y gravitent point. Cette pesanteur ne courbe pas seulement le mouvement de ces particules suivant la direction *bb*, *ii*, des rayons, mais parce qu'elles se rencontrent exposées à l'action des rayons *EE*, *FF*, & des autres rayons extérieurs qui suivent la même direction, leur mouvement se courbe con-

tinuellement d'autant plus vers ces directions *EE* & *FF*. De cette maniere donc, pendant un espace de tems suffisant, il sort une quantité considerable de ces particules hors de l'Atmosphère de la Comete, qui remplissent l'espace *EiefhF* derriere la Comete, diametralement oppose au Soleil; & cet espace à cause des rayons divergens *abb*, *bii*, ne fera pas cylindrique, mais il représentera un Cone divergent. Cependant cette divergence, comme nous l'avons déjà remarqué, est considerablement reprimée par l'action des rayons extérieurs. Lors donc que les particules repandues dans cet espace nous sont visibles, elles offrent à nos yeux le Phénomène, que nous avons coutume d'appeller la Queüe d'une Comete.

VI. IL PAROIT donc par ce que nous venons de dire, que si la Comete étoit en repos & que son Corps fut rond, sa Queüe paroîtroit dans la Region directement opposée au Soleil, & qu'elle occuperoit dans le Ciel un espace un peu divergent. Pour la longueur de la Queüe, elle fera plus grande, à proportion que les rayons du Soleil auront exercé plus longtems leur action, ou que la Comete fera plus voisine du Soleil, parce qu'en ce dernier cas la force des rayons augmente considerablement. L'eclat de la Queüe sera aussi proportionné à la grandeur de l'Atmosphère de la Comete, & au nombre des particules qui auront cédé à l'action des rayons. Car plus l'Atmosphère est vaste, plus il y a de rayons qui peuvent passer à travers, sans toucher le Corps de la Comete. Or les Observations témoignent evidemment, que les Cometes sont le plus souvent environnées de très amples Atmosphères; ce qui confirme non seulement beaucoup l'explication de la Queüe des Cometes que nous donnons ici, mais sert encore à rendre raison d'un Phénomène non moins remarquable. C'est que quand la Comete est placée dans une region, où
l'on

On ne devoit voir que cette partie de son milieu, qui est opposée au Soleil, elle continue cependant à paroître toute lumineuse, & ne revêt point les apparences des phases, qu'offrent les Planetes dans de semblables situations. Or comme on fait qu'à cause de la réfraction, il y a continuellement plus de la moitié de la Terre qui est illuminée, & que d'un autre coté la réfraction est d'autant plus grande qu'une Atmosphère est plus vaste & plus épaisse, il est clair que le soleil doit illuminer beaucoup au delà de la moitié des Cometes. Ainsi dans notre figure la portion illuminée est représentée par l'arc $aADBb$, qui est considérablement plus grand que la demi-circonférence du Cercle; & il paroît probable que des portions encore beaucoup plus grandes des Cometes sont illuminées. Et même l'Atmosphère pourroit être si étendue, & douée d'une si grande force de réfraction, que toute la moitié opposée au soleil fut éclairée, de sorte que la Comete paroîtroit pleine en toute situation. Mais quand même quelque partie, comme ab , ne recevroit point de rayons, cependant à cause de l'extreme convergence des rayons des extremités ao , bo , le cone d'ombre placé derriere la Comete devient si petit, que si par hazard il est tourné vers nous, ce qui ne peut arriver que rarement, on peut à peine l'appercevoir. Car ce cone $ao b$ étant environné de toutes parts d'une matiere éclairée, les tenebres qui y sont renfermées ne sauroient se montrer. La partie ab reçoit elle-même quelque clarté de la lumiere de l'Atmosphère, de sorte qu'il n'y a aucun endroit de la surface de la Comete, qui soit entierement destitué de lumiere.

VII. VOYONS à présent quel changement le mouvement de la Comete peut apporter dans la formation de la queue; & d'abord supposons une Comete arretée dans la meme place du Ciel, où elle n'ait qu'un mouvement de rotation par lequel elle tourne autour de

quelque Axe. On comprend aisément, que si l'Axe, autour duquel la Comete tourne, est dirigé vers le soleil, en sorte que la droite DCD represente cet Axe, ce mouvement ne sauroit troubler sensiblement la génération de la queüe. Car, lorsque la Comete tourne autour de son axe DD , les particules $E \propto F$, qui sont exposée à l'action des rayons, n'y sont point soustraites par le mouvement gyrotoire, mais elles conservent perpetuellement à l'égard des rayons la même situation que si ce mouvement gyrotoire n'existoit point; d'où s'ensuit que les rayons du soleil produiront le même effet, & enleveront avec eux les particules les plus subtiles de l'Atmosphère, suivant la même direction que dans le cas précédent. Toute la difference qui peut se rencontrer, c'est que la matiere, dont la queüe est formée, acquiere une sorte de mouvement gyrotoire, qui en partie sera tout à fait lent, & en partie ne changera rien à l'aspect de la queüe. Mais si l'axe, autour duquel la Comete tourne est perpendiculaire à la droite CI tirée au soleil, comme est la ligne AB ; en sorte que le Soleil soit perpetuellement visible dans l'Equateur de cette comete, les particules que les rayons du Soleil avoient mises en mouvement se soustrairont bientôt à cause du mouvement de rotation à l'action de ces rayons, & cela d'autant plus promptement qu'elles seront plus voisines de l'Equateur. A moins donc que le mouvement de rotation ne soit extraordinairement lent, en sorte que le tems, pendant lequel ces particules soutiennent l'action des rayons, suffise pour les ecarter à une distance assez considerable, avant qu'elles s'ecartent, la formation de la queüe sera fortement empêchée dans cette région. Mais plus nous approcherons des Poles de la Comete A & B , plus longtems ces particules demeureront soumises à l'action des rayons, tant à cause

de

de la lenteur du mouvement de rotation, que de la grande réfraction des rayons; & ainsi les particules placées aux Poles mêmes soutiendront perpetuellement cette action. Dans ce cas par conséquent les rayons du soleil produiront autour des Poles de la Comete le même effet que s'il n'y avoit point de mouvement de rotation; mais il se détachera beaucoup moins de particules des autres régions de l'Atmosphère, & elles s'écarteront à un beaucoup moindre intervalle; ce qui fera paroître la queue de la Comète fort foible. De ces deux cas qui sont les extremes opposés, il est aisé de conclurre, comment & combien le mouvement de rotation préjudicie à la formation de la queue, en supposant l'axe incliné à la droite CI sous un angle oblique quelconque.

VIII. COMME LE mouvement gyrotoire de la Comete change en partie la grandeur, & en partie la figure de la queue, de même son mouvement vrai dans l'orbite qu'elle décrit autour du soleil courbe un peu la direction de la queue. En effet, soit (fig. 2.) ABCDE l'orbite de la comete, qui ait son foyer dans le soleil S. Si la Comete s'arretoit, sa queue formée par les rayons du soleil A *a* auroit une direction opposée à la droite SA. Si nous supposons à présent que la Comete avance dans son orbite suivant AB; pendant ce tems là de nouvelles particules seront continuellement chassées de son Atmosphère, suivant la direction des rayons du Soleil; laquelle changeant continuellement, & l'action par laquelle ces particules sont chassées n'étant pas trop rapide, les parties de la queue les plus éloignées de la Comete ne suivront pas aussi bien son mouvement que celles qui en sont les plus proches. Ainsi dans la situation de la Comete B la queue B*b* ne sera pas placée suivant la droite SB prolongée, mais elle s'en écartera vers *a*, & se courbera tant soit peu;

de

de maniere que ses extremités *a* & *b* se réuniront, ou du moins ne feront pas fort éloignées l'une de l'autre. Alors la Comete s'avancant toujours vers *c*, toute la queüe, qui est continuellement réparée & augmentée par les nouvelles particules qui y sont chassées, suivra à la verité le mouvement de la Comete, mais de maniere cependant que les parties les plus éloignées s'y conformeront moins; d'où il arrivera que la queüe de la Comete aura perpetuellement un peu de courbure, & s'ecartera de la direction du Soleil *SC* ou *SD*; déclinaison qui sera d'autant plus grande, que la Comete sera mue avec plus de rapidité, & que son orbite sera plus courbe. Cela est non seulement si conforme aux Loix du mouvement, que cette déclinaison & cette courbure de la Queüe pourroit etre exactement déterminée par le calcul, si l'on connoissoit exactement la vitesse, avec laquelle les particules qui forment la queüe sont chassées; mais encore toutes les Observations confirment la même chose au sujet de ce Phénomène. Mais quand la Comete passe par le Perihélie, où non seulement son mouvement est le plus rapide, mais où son orbite a aussi le plus de courbure, la direction de la queüe doit alors s'ecarter beaucoup de l'opposition du Soleil. Il peut même arriver, si la Comete parcourt avec trop de vitesse cette région, que l'extreme force des rayons du Soleil engendre une nouvelle queüe, avant que la premiere puisse suivre; & dans ce cas la Comete paroitra avoir en *E* deux ou plusieurs queües *Ee*, *Ee'*, *Ee²*, *Ee³*. C'est ce Phénomène meme qui a été observé dans la Comete de 1744. à laquelle on apperçut plusieurs queües, tant qu'elle fut autour de son Perihélie. Cette Comete fut pendant quelque tems si voisine du Soleil, que pendant une partie de ce tems il auroit pu s'engendrer une nouvelle queüe, quand même elle n'en auroit point eu auparavant;

vant; mais comme elle en avoit déjà une, & que cette nouvelle production fut quelquefois réitérée, la cause de cette pluralité de queües qu'on y observa, est assez manifeste.

IX. JUSQU'A PRÉSENT nous avons supposé le corps de la Comete parfaitement rond; mais on comprend aisément que la formation de la queüe dépend beaucoup de la figure de la Comete. Supposons donc (Fig. 3.) que le corps de la Comete $aADB$ soit oblong par rapport au Soleil; ce qui fait que les rayons tombent suivant la direction GC dans la situation quelconque exprimée par la figure; car la diversité de la situation ne contribuë pas peu à la figure de la queüe. Mais, pour ne pas me jeter dans de trop grandes longueurs, il me suffira de considerer une situation unique, de laquelle on pourra aisément déduire les variations qui peuvent naître de toute autre. Et d'abord les rayons extremes EE, FF , en rasant l'Atmosphère de la Comete, en emportent des particules suivant la direction Ee, FF , si l'on a en même tems egard à la pesanteur. Considerons ensuite les rayons HH & II , qui étant entrés dans l'Atmosphère y souffrent une réfraction, par laquelle ils touchent le corps même de la Comete en a & b . Donc ces rayons chasseront des particules de l'Atmosphère suivant les directions abb, bii , dont l'une sera plus, l'autre moins inclinée à la direction Gg ; & dans l'état que la Figure exprime, la gravité fera encore plus décliner de la direction GG les particules ii que les particules bb . Ainsi quoique la force des rayons externes, dont les particules bb éprouvent l'action, soit peut-être suffisante pour les pousser suivant la direction FF , il pourroit cependant arriver que la même force ne fut pas capable de contraindre les particules ii à garder la direction EE . Dans ce cas ces particules ii formeront une queüe particuliere

particulière moindre, dont la direction différera tantôt plus, tantôt moins, de celle de la queue principale $EFef$, suivant que la situation de la figure ovale AB changera par rapport au Soleil. Nous découvrons par ce moyen la cause de ces queues fourchues, qui ont été souvent observées, & en particulier dans la Comète de l'année 1744. à l'égard de laquelle les Observations ont fait voir que son Corps s'éloignoit extrêmement de la figure sphérique, puisque son plus grand axe étoit double de son moindre. Que s'il arrive une si grande déclinaison aux particules bb , que l'action des rayons extérieurs ne puisse les ramener à la direction, alors la queue paroîtra fendue en trois, ou bien la queue principale aura deux branches, qui seront divergentes de part & d'autre. La même chose peut aussi arriver quand la Comète a une figure sphérique; car si (Fig. I.) l'obliquité des rayons bb & ii est si grande, que la direction des particules qu'ils chassent, ne puisse être corrigée par le reste des rayons, la queue aura une forte divergence, tout près du Corps de la Comète, & suivant la situation du Spectateur, pourra paroître séparée en trois. Au moins en général la queue de la Comète doit montrer auprès du Corps tant soit peu de divergence.

X. APRÈS AVOIR ainsi exposé la cause, qui produit la queue des Comètes, & avoir montré qu'elle s'accorde parfaitement avec tous les Phénomènes, de sorte qu'il n'est presque plus permis de douter de sa vérité, voyons ce que la force des rayons du Soleil est capable de produire dans l'Atmosphère des Planètes. Et d'abord plusieurs s'étonneront peut-être que les Planètes n'aient point de queues, vû que leurs Atmosphères sont constamment exposées à l'action du Soleil, & que les Comètes pour l'ordinaire ne conservent la leur que pendant un court espace de tems. Mais il

y a une grande difference entre l'Atmosphère des Cometes & celle des Planetes. Les Cometes ont des Atmosphères tres vastes, dont le diametre est souvent six fois, & au delà, plus grand que le diametre du noyau ou du vrai Corps de la Comete, au lieu qu'au contraire les Atmosphères des Planetes excèdent à peine les Corps de ces Astres de la centieme, ou même de la millieme partie. Car la plupart des Observations semblent confirmer que l'Atmosphère de la Terre ne s'étend presque pas au delà d'un mille d'Allemagne, quoique son diametre ait environ deux mille de ces milles. Dans les autres Planetes on remarque à peine la moindre trace d'Atmosphère. Ainsi les Atmosphères des Planetes étant si subtiles & si petites qu'on peut les compter pour nulles au prix des Atmosphères des Cometes, il n'est pas surprenant qu'il ne s'y engendre aucune queue. L'extreme petitesse de l'Atmosphère des Planetes est encore cause, qu'aussi-tot que quelque particule en a été chassée, la pesanteur à cause du voisinage de la Planete est assez forte pour la ramener. Au contraire dans les Cometes, dont les Atmosphères s'étendent si loin, la pesanteur des particules, lorsqu'elles commencent à s'en détacher, est déjà si diminuée qu'elle ne sauroit empêcher l'effet des rayons, en supposant que la pesanteur vers le Corps des Cometes décroît aussi en raison doublée des distances de leur centre. Ajoutons qu'il passe fort peu de rayons par les Atmosphères des Planetes, au lieu qu'il y en a beaucoup qui traversent les Atmosphères des Cometes. Enfin ce qui met le plus d'obstacle à la génération des queues par rapport aux Planetes, c'est leur mouvement de rotation, qui empêche que la même particule puisse demeurer assez longtems exposée à l'action des rayons, à laquelle le mouvement en question la soustrait aussi tot. Toutes ces

circonstances étant contraires à la production des queues, devoient nécessairement en priver les Planetes; & c'est par cet endroit principalement qu'elles diffèrent des Cometes.

XI. NEANMOINS, lorsque les rayons du Soleil passent par l'Atmosphère de quelque Planete, la force que nous avons démontré résider en eux; ne doit pas être censée oisive & sans effet. Si elle ne sauroit y produire de ces Phénomènes qui s'apperçoivent de loin, elle fera peut-être propre à en faire naître de visibles dans une plus grande proximité. Voyons de quelle nature ils pourroient être. Les particules qui voltigent dans l'air qui nous environne sont soumises à cette action des rayons du Soleil, quand nous voyons cet Astre à l'Horizon. Au lever du Soleil elles sont poussées vers l'Occident, & à son coucher vers l'Orient; & cette impulsion se faisant suivant la direction des rayons, elles doivent dans l'un & dans l'autre cas être chassées de l'Atmosphère, & s'éloigner d'autant plus de la terre, qu'elles auront été plus longtems exposées à cette action des rayons; mais bientôt, au moins dans nos contrées, ces particules doivent se soustraire à la force qui agit sur elle, à cause du mouvement diurne de la Terre, & elles retombent dans l'Atmosphère. Mais quand, vers le lever du Soleil, plusieurs de ces particules seront chassées du côté de l'Occident, & qu'elles s'élèvent au dessus de la région de l'air épais, elles deviendront visibles aux habitans de la Terre, qui sont Occidentaux à notre égard, & pour qui le Soleil n'est pas encore levé, & elles leur apporteront une espèce de point du jour. De même au coucher du Soleil les particules seront chassées de notre air vers les contrées, pour lesquelles le Soleil est déjà couché, & y produiront le crépuscule. Je ne crains point même d'affirmer que c'est là la véritable cause
du

du crépuscule tant du matin que du soir. Car le terme du crépuscule arrivant, lorsque le soleil est plongé de 18° sous l'horizon, la réfraction des rayons ni la hauteur de l'Atmosphère déterminée par d'autres Phénomènes, ne sauroient expliquer cette clarté, car il faudroit pour cet effet augmenter la hauteur de l'Atmosphère jusqu'à 30 milles, élévation qui répugne à tout le reste des Phénomènes. Aulieu qu'en admettant l'action des rayons du Soleil qui a déjà été assez démontrée par les queues des Comètes, & que la Lumière Boreale prouvera bientôt plus abondamment par rapport à la Terre, il est manifeste que cette lumière dans la région du Ciel qui est située au dessus de nôtre air épais, doit précéder le lever du soleil, & suivre son coucher, & qu'à cause de sa grande distance de la terre, elle doit paroître avec assez de force pour produire les Phénomènes du Crépuscule. Mais je ne m'arrête pas plus longtems à cet effet, & je passe à la cause de l'Aurore Boreale, qui paroît beaucoup plus cachée.

XII. TOUT-CE que nous avons dit jusqu'ici montre évidemment que les particules subtiles sont chassées de l'Atmosphère d'autant plus loin, que le Soleil demeure plus longtems près de l'horizon, c'est à dire, qu'il s'élève moins subitement au dessus, ou s'enfonce au dessous. Par cette raison l'effet dont il s'agit doit être beaucoup moindre dans les lieux de la Terre situés près de l'Equateur que dans les contrées qui en sont plus éloignées. Autour des Poles donc de la Terre, où le Soleil pendant plusieurs jours consécutifs, est visible près de l'horizon, cet effet doit être très grand, & chasser les particules subtiles à une grande distance de la Terre. Soit, par exemple, (Fig. 4.) AB l'axe de la Terre, & A & B ses Poles; dans le tems des Equinoxes, où les rayons du

Soleil GG tombent perpendiculairement sur l'Equateur D, le Soleil fera visible pendant quelque tems sous les Poles mêmes à l'Horizon, ou les rayons du Soleil EE & FF toucheront l'Atmosphère de la Terre dans les points E & F. Ils en chasseront donc les particules les plus subtiles suivant les directions Ee, Ff, & à cause de la pesanteur elles s'écarteront tant soit peu vers EE & FF. Les rayons plus voisins de la Terre produiront un effet semblable, jusqu'à ce qu'ils touchent la Terre même dans les points *a* & *b*; tels sont les rayons HH*abb*, II*bbi*. Par conséquent à l'un & à l'autre une region fort étendue au dessus de l'Atmosphère E*ebb*, & F*bbi*, se remplira de ces particules chassées, qui étant illuminées par le Soleil, feront visibles la nuit assez loin des Poles, & nous représenteront le Phénomène, que nous appellons Aurore Boreale. En effet cette clarté du Ciel se montre d'abord vers les Poles, & ensuite elle est fort fréquente autour des Equinoxes; circonstances qui conviennent parfaitement à nôtre explication. Cela n'exclut pourtant pas entierement les tems plus éloignés des Equinoxes, puisque le Soleil, lorsqu'il éclaire l'autre Zone froide, exerce assez longtems son action sur l'Atmosphère, quoique le mouvement diurne rende cet effet beaucoup moindre. L'expulsion des particules hors de l'Atmosphère de la Terre dépend principalement de l'état de l'air dans les Zones froides; car quand le Ciel est serain dans ces régions, & que les rayons du Soleil ont un libre passage à travers l'Atmosphère, un beaucoup plus grand nombre de particules sont emportées, & à une distance plus considérable de la Terre, que si le Ciel étoit couvert, & que la plupart des rayons fussent absorbés par les vapeurs. L'on comprend par là que ce Phénomène est fort variable, & qu'il n'est

astreint

astreint à aucunes Loix, par lesquelles on puisse assigner sa quantité ou prédire son apparition.

XIII. TOUTES LES Observations qu'on a faites sur les Aurores Boreales, nous enseignent incontestablement, que la matiere, dont la lumière produit ces Phénomènes, n'existe point dans nôtre Atmosphère ; mais qu'elle est extrêmement éloignée de nous. Car quoique sa vraie distance ne puisse par être déterminée par les Observations, cependant l'éloignement des lieux, dans lesquels on voit souvent le même Phénomène à la fois, met en droit de conclure qu'il est placé à une très grande distance de la surface de la Terre. Mais l'explication que nous donnons ici confirme manifestement la même chose ; car les particules les plus subtiles étant, comme nous l'avons vû, poussées à une distance de la Terre d'environ 30 milles, dans le tems du point du jour & du crépuscule, quoiqu'elles ne demeurent pas à peine exposées une heure à l'action des rayons du Soleil ; il est aisé de s'appercevoir que dans le voisinage des Poles, où cette action dure plusieurs jours de suite, de semblables particules doivent être emportées à quelques milliers de milles de la Terre, en sorte que la hauteur de la Colonne illuminée $A E e b$, ou $B F f i$ peut quelque fois surpasser le diametre entier de la Terre. Que si la chose arrive, l'Aurore Boreale devient visible dans les contrées de la Terre, qui sont de part & d'autre à 60 degrés du Pole. Mais comme un aussi grand effet est très rare à cause des raisons ci dessus alleguées, le spectacle de l'Aurore Boreale est peu familier aux pais qui sont à une distance considerable des Poles ; mais dans ceux, qui en sont plus voisins, ce Phénomène doit être beaucoup plus fréquent, puisque les particules y sont visibles, sans avoir besoin d'être poussées à un trop grand éloignement de la Terre, & que l'action du

Soleil

Soleil pendant un jour, ou même pendant quelques heures, est suffisante pour les élever à la hauteur nécessaire. C'est pour cela qu'en Laponie & dans les autres pays de la Zone froide, on voit si souvent des Aurores Boreales, mais quand elles se manifestent dans nos contrées, nous pouvons en conclure avec assurance que le Ciel a été serein pendant un tems assez considérable au Pole, & que les rayons du Soleil ont pu y déployer leur force sans aucun obstacle. Par rapport à la situation de ces Aurores dans le Ciel, ce que nous avons dit montre clairement, que la plus grande force de l'Aurore Boreale, ou son milieu, devoit être vuë dans la région opposée au Soleil, si la Terre étoit privée du mouvement diurne. Mais quoique la matière chassée hors de l'Atmosphère suive l'impression de ce mouvement diurne, c'est pourtant avec un peu plus de lenteur, d'où il arrive que le milieu de chaque Aurore Boreale devance un peu le lieu opposé au Soleil; ce qui s'accorde assez exactement avec les Observations qu'on a faites sur la déclinaison de ce Phénomène par rapport au vrai septentrion.

XIV. AU RESTE, comme les particules chassées de l'Atmosphère de la Terre, dont la lumière produit l'Aurore Boreale, ne sont pas repos, & qu'au contraire elles sont agitées d'un mouvement perpétuel, le spectacle qui en résulte n'est pas tranquille, & l'on y remarque un ébranlement universel. De plus comme les rayons qui en viennent jusqu'à nous traversent l'Atmosphère, où les particules les plus grossières qui voltigent dans notre air leur font souffrir plusieurs refractions & réflexions, il est manifeste que les apparences des Aurores Boreales doivent être sujettes à de grands dérangemens. On comprend donc par là la cause générale de l'extrême variété qui accompagne ces Phénomènes, quoique nous ne soyons pas

pas en état de rendre raison des singularités de chacun d'eux pris à part. Mais il se présente une Objection, qui n'est pas peu importante. Puisque de pareilles clartés dans le Ciel ne sont pas plus propres au Pole Septentrional qu'au Pole Austral, d'où vient que nous n'apprenons pas qu'on ait jamais observé d'Aurores Australes dans l'Hémisphere Austral de la Terre ? Je n'aurai pourtant pas de peine à lever ce doute. Car premierement, le froid excessif qui régne autour du Pole Austral, n'a pas encore permis d'en approcher au delà du 60^e degré, & encore ne peut-on parvenir jusques là que presque au milieu de l'Été, où il n'y a point d'Aurores Boreales. Ensuite dans les regions plus distantes du Pole Austral, qui sont perpétuellement habitées, de semblables Aurores Australes deviennent déjà beaucoup plus rares, & au cas qu'il en paroisse quelquefois, peut-être ne les remarque-t-on pas, ou du moins ne nous en communique-t-on pas les Observations. Une autre Objection contre cette Theorie semble pouvoir être tirée du reste des Planetes, autour desquelles on ne voit jamais cette lumiere vers les Poles, que les particules chassées de leur Atmosphere devoient y montrer. Mais si nous réfléchissons seulement sur la distance, nous la trouverons d'une telle grandeur, qu'elle ne nous permet pas d'appercevoir une lumiere aussi foible. La Lune au moins, dira-t-on, qui est si voisine de nous, devoit nous présenter ce Phénomène, & même il devoit y être produit avec beaucoup de plus de force que sur la Terre à cause de l'extreme lenteur du mouvement de vertige de la Lune. Mais comme la Lune est ou entierement destituée d'Atmosphere, ou du moins qu'elle n'en a qu'une très mince, il n'est pas surprenant que ce Phénomène n'existe pas autour de la Lune, ou que sa subtilité le rende imperceptible à notre vue.

XV. S'IL Y A autour du Soleil de semblables particules, sur lesquelles les rayons puissent exercer leur force, il en devra résulter un Phénomène tout à fait constant, vu que l'action des rayons seroit perpetuelle, & sans aucun changement. Or les taches du Soleil, qu'on remarque estre placées à une distance assez considérable de sa surface, donnent lieu de conclurre que le Corps du Soleil est environné d'une Atmosphère, & je ne vois aucun sujet de douter qu'elle ne soit abondamment remplie de particules très subtiles. Mais comme la pesanteur est très grande dans le voisinage du Soleil, & qu'elle surpasse sans doute de beaucoup la force que les rayons exercent sur ces particules, leur expulsion seroit entierement arrêtée par là, sans le mouvement gyrotoire du Soleil. C'est pourquoi près des poles du Soleil les particules ne cederont point à l'impulsion, parce que la force centrifuge y evanouit entierement. Mais autour de l'Équateur du Soleil, où la force centrifuge est la plus grande, quoique la force des rayons soit encore bien moindre que la pesanteur, elle suffira néanmoins pour dilater considerablement la figure de l'Atmosphère Solaire. Car, sans la force des rayons, la pesanteur & la force centrifuge réunies donneroient une figure déterminée & constante à l'Atmosphère du Soleil, & cette figure s'éloigneroit d'autant plus de la Sphérique, que la raison de la force centrifuge à celle de pesanteur seroit plus grande; au lieu que cette raison etant très petite, la figure de l'Atmosphère seroit la plus prochaine de la sphérique. Mais si l'on a egard à l'action des rayons, dont la force est contraire à la pesanteur, & décroît comme elle en raison doublée des distances du Soleil, il en résulte une diminution de la pesanteur, & l'Atmosphère prend la même figure qu'elle auroit, si la pesanteur étoit beaucoup moindre, la force centrifuge ne souffrant aucun changement. Tout cela montre

claire-

clairement que l'amplitude de l'Atmosphère doit s'augmenter considérablement autour de l'Equateur du Soleil ; mais qu'autour des Poles elle doit à peine être plus grande, que si la force des rayons étoit nulle. Le Corps du Soleil sera donc environné d'une Atmosphère, dont la figure sphéroïdique sera fort aplatie vers les Poles, & fort étendue autour de l'Equateur ; précisément comme M^{rs} Cassini & de Mairan représentent l'Atmosphère Solaire, dans laquelle ils placent la Lumière Zodiacale. Ainsi il est extrêmement vraisemblable que cette Lumière Zodiacale n'est autre chose que le Phénomène offert par la vüe de l'Atmosphère Solaire fort étendue autour de l'Equateur ; & cela est également confirmé par la figure & par la situation de ce Phénomène.

XVI. MAIS POUR mettre dans un plus grand jour, combien la diminution de la pesanteur peut augmenter l'étendue de l'Atmosphère Solaire autour de l'Equateur, faisons un calcul fondé sur les principes de l'Hydrostatique. Soit donc (Fig. 5.) C le centre du Soleil, & A B son axe, autour duquel il tourne environ en 27 jours. Que E D F représente la section de l'Atmosphère faite par l'Axe du Soleil, dont nous recherchons la figure ; laquelle étant arrivée à un état permanent, il faut nécessairement que la direction moyenne des forces par lesquelles chaque particule extrême M est sollicitée, soit perpendiculaire à la surface de l'Atmosphère M N. Qu'on tire de M à l'axe C D la normale M P, & qu'on appelle $CP = x$; $PM = y$, Et $CM = \sqrt{(xx + yy)} = z$. Que $\frac{ff}{zz}$ exprime la pesanteur de la particule M, par laquelle elle est pressée vers C ; & que la force des rayons, qui écarte cette même particule du Soleil soit $= \frac{kk}{zz}$, en sorte qu'à présent la particule M dans la direction M C

soit sollicitée par une force $= \frac{ff - kk}{zz}$. Ensuite, à cause du mouve-
 ment gyrateur, la particule M aura une force centrifuge propor-
 tionnelle à sa distance de l'Axe AB, laquelle soit $= \frac{x}{g}$ suivant la dire-
 ction ML parallèle à CD. Or la normale MN étant la direction
 moyenne des forces MC & ML, il sera $CM : CN = \frac{ff - kk}{zz} : \frac{x}{g}$ Mais
 à cause de PN $= \frac{-y dy}{dx}$, CN sera $= \frac{xdx + ydy}{dx} = \frac{z dz}{dx}$; d'où
 résulte $z : \frac{z dz}{dx} = dx : dz = \frac{ff - kk}{zz} : \frac{x}{g}$, ou bien $\frac{xdx}{g} = \frac{(ff - kk) dz}{zz}$;
 laquelle equation étant intégrée donne $\frac{xx}{2g} = C - \frac{ff - kk}{z}$. Mais si
 $x = 0$, CM deviendra = CE. Soit donc $CE = b$ & C sera $=$
 $\frac{ff - kk}{b}$, d'où $xx = \frac{2g (ff - kk) (z - b)}{bz}$. A présent pour trouver
 la plus grande amplitude CD, qu'on fasse $z = x$, & l'on aura
 $bx^3 = 2g (ff - kk) (x - b)$; equation cubique, dont la racine x
 donnera l'amplitude CD. Mais si cette equation a une racine affir-
 mative, comme cela doit arriver dans le cas actuel, elle aura aussi
 nécessairement trois racines réelles, & alors il pourroit arriver que
 l'Atmosphère se changeât en Anneau, & environnât le Soleil, com-
 me l'Anneau de Saturne entoure cette Planete. Les Observations
 ne permettent pas de décider, si la Lumiere Zodiacale est contiguë
 au Soleil, ou placée à quelque distance de cet Astre en forme d'an-
 neau. C'est pourquoi il suffira d'avoir proposé ces conjectures
 jusqu'à ce que l'experience permette de déterminer
 quelque chose de plus certain.