Huygens et la France
(Paris, Vrin, 1981, p. 1-16)

L'OEUVRE ET LA PERSONNALITÉ DE CHRISTIAAN HUYGENS

par H.J.M. BOS
(Université d'Utrecht)

Christiaan Huygens vécut à l'âge d'or de l'histoire culturelle des Pays-Bas, au XVII^{e} siècle, qui fut aussi la période de la révolution scientifique, celle de la naissance d'une forme des sciences de la nature que nous reconnaissons aujourd'hui comme nôtre. Dans l'image que nous avons de cette révolution, certains personnages émergent nettement : Bacon, Galilée, Descartes, Newton. Au cours de cette période sont apparus des tendances et des développements (rationalisme, empirisme, philosophie mécaniste) que nous pouvons définir de façon précise, en distinguant les rôles des principaux personnages cités plus haut. Cependant, Huygens n'est pas parmi ces derniers ; aussi est-il impossible de le caractériser à l'aide de quelques formules simples.

Ceci nous pose un problème, puisque l'historien doit faire revivre les personnages du passé et que l'occasion de la célébration du 350^{e} anniversaire de Huygens nous oblige à donner une image claire de sa personnalité, de son œuvre et de son influence. J'ai donc pensé que je pourrais aborder cet exposé en essayant de voir pourquoi il est si difficile de dresser le profil de Huygens. Mais lorsque l'on examine cette question de plus près, on est conduit à cette autre question : pourquoi l'influence de Huygens a-t-elle été relativement faible ? En effet, pendant les années cinquante, soixante et soixante-dix du XVII^{e} siècle, il fut sans doute le mathématicien et le physicien le plus important d'Europe. Et pourtant, après cette période, son œuvre a assez vite sombré dans l'oubli et son influence, qui n'est pas négligeable, est difficile à évaluer.

La disproportion entre la grandeur du génie de Huygens et la faiblesse de son influence n'est pas sans relation avec sa personnalité et avec la nature de son œuvre. Voilà pourquoi, après un bref aperçu des événements extérieurs de sa vie et de sa carrière, j'essaierai d'esquisser la personnalité de ce savant. Je m'intéresserai ensuite à son œuvre avant de revenir finalement à ma question posée au départ.

Christiaan Huygens naquit à La Haye en 1629, le 14 avril qui était le samedi avant Pâques (il est curieux de constater que cette année 1979 le 14 avril est aussi

le samedi avant Pâques). Son père, Constantin Huygens, était diplomate, secrétaire du stadhouder Frederik Hendrik, prince d'Orange. Dans la jeune république des Pays-Bas Unis, les Huygens étaient devenus une famille de notables grâce aux services qu'ils avaient rendus à la maison d'Orange. Christiaan grandit et fut instruit avec son frère Constantin par son père et par des professeurs privés. A l'âge de 16 ans, Christiaan alla à Leyde pour y faire son droit et étudier les mathématiques. Deux années plus tard, il alla dans un collège nouvellement fondé à Breda, où il passa deux autres années.

Mais la mort, en 1650 du stadhouder Guillaume II et la suppression provisoire, jusqu'en 1672, de la fonction de stadhouder, ayant réduit l'influence de la famille Huygens, le jeune Christiaan doit renoncer au poste diplomatique qu'il pouvait aisément obtenir. Jeune, aisé et sans fonction, il poursuit donc ses études, s'occupant surtout de mathématiques, de mécanique et d'optique ; ses premières publications portent essentiellement sur des sujets de mathématiques.

Après un premier voyage à Paris en 1655, sa carrière prend un tournant. Huygens réalise en effet une invention et une découverte qui lui assureront un renom mérité comme savant : en 1656, il invente l'horloge à pendule tandis qu'en 1655-1656 il découvre l'anneau de Saturne. L'horloge à pendule est vite connue car Huygens publie en 1658 un petit livre et obtient des lettres de patentes à son sujet. Ayant publié en 1659 la découverte de l'anneau de Saturne, il devient très vite célèbre. Au cours d'un second et d'un troisième voyage à Paris, en 1660-1661 et en 1663-1664, il renoue des contacts déjà établis et en noue de nouveaux. Il visite Londres et devient membre de la *Royal Society,* nouvellement fondée. Pendant ces années son renom s'accroît, il est reconnu comme le plus grand mathématicien et physicien d'Europe. Aussi est-il tout naturel qu'on l'invite, comme *primus inter pares,* à organiser l'Académie royale des Sciences, fondée en 1666.

C'est alors que commence la période au cours de laquelle Huygens appartient plutôt à la France qu'à la Hollande. Il dispose d'appartements spacieux à la Bibliothèque royale ; le roi lui accorde des appointements de 6000 livres par an. Il ébauche pour l'Académie un programme de travail inspiré par Bacon et prend part à de nombreuses expériences. Son œuvre change de caractère. Sans perdre son intérêt d'autrefois pour les mathématiques, la mécanique théorique et la technique, il commence à s'occuper de questions plus fondamentales concernant l'explication de la nature. Il projette une théorie sur la cause de la gravité et une autre sur la lumière comme phénomène d'ondulation. Son séjour à Paris qui dure jusqu'en 1681 est entrecoupé par deux séjours en Hollande, pour des raisons de santé.

En 1672, la France entre en guerre contre la Hollande et un prince d'Orange, Guillaume III, ayant de nouveau été nommé stadhouder, le père de Christiaan et son frère obtiennent des fonctions importantes et jouent un grand rôle dans la défense diplomatique et militaire contre l'attaque des Français. Cependant, Christiaan reste à Paris au service du roi de France auquel il dédie même son grand ouvrage concernant l'horloge à pendule, l'*Horologium Oscillatorium,* qui paraît en 1673. Une position d'autant plus curieuse que Huygens était très attaché à la cause hollandaise.

En fait, la période de Huygens académicien ne finit pas en 1681. En effet si Huygens retourna bien alors à la Haye pour des raisons de santé, il comptait revenir quelques mois plus tard. Mais sa maladie dura plus longtemps, et en 1683 survint la mort de Colbert qui avait été un protecteur efficace de l'Académie et un ami de

Huygens. En partie pour cette raison et aussi à cause du changement du climat politique en France (la révocation de l'Édit de Nantes était proche), Huygens ne crut pas pouvoir revenir et les autorités françaises ne l'y encouragèrent d'ailleurs pas. Il reste donc en Hollande, de nouveau sans fonction.

C'est alors qu'il trouve le temps de publier ses théories sur la gravité et la lumière. Le *Traité de la lumière* paraît en 1690. Au cours de cette période, il s'occupe à nouveau de questions de mathématiques, mais d'autres choses l'intéressent également, en particulier les horloges et leur usage. En 1694, Huygens tombe à nouveau malade et meurt le 8 juin 1695.

Mais quel était ce personnage, nommé Christiaan Huygens, qui se cache derrière les événements de sa vie et de sa carrière ? Christiaan avait grandit dans une maison imposante située sur le « Plein » à la Haye où le famille Huygens s'était installée lorsqu'il avait 8 ans. Ce déménagement avait d'ailleurs été une affaire bien triste, car il avait coïncidé avec le décès de la mère de Christiaan, des suites de la naissance de sa fille Susanna. Une tante s'occupa alors de cette famille de cinq enfants, dont Christiaan était le deuxième.

La maison était adaptée à la position importante qu'occupait la famille Huygens et Christiaan s'y forma en vue d'appartenir à la jeunesse dorée hollandaise. Sa correspondance nous apprend beaucoup sur ce monde où les affaires amoureuses, les fêtes, les demandes en mariage tenaient grande place. Mais, en fait, Christiaan ne prenait que rarement part à ces activités. En 1650, âgé de 21 ans, il décrit une fête de mariage à Amsterdam : « le plus grand plaisir que j'ai eu estoit de voir la folie de la jeunesse d'Amsterdam qui me semble excessive et insupportable[1]. »

Il était lui-même un garçon grave ; un portrait de Hanneman, représentant toute la famille de Christiaan, nous le montre, âgé alors de 11 ans, dans la partie supérieure gauche du tableau. Ce beau garçon, d'une santé un peu fragile, de taille moyenne, était un enfant très doué, qui, tout jeune, avait appris le calcul ; qui était musicien ; qui parlait couramment le latin depuis l'âge de neuf ans et apprenait d'autres langues. Un fils dont pouvait être fier un père tel que Constantin Huygens, qui lui même s'était beaucoup intéressé aux arts et aux sciences, était en correspondance avec Mersenne, avait reçu Descartes dans sa maison et pratiquait la musique et la poésie.

« Mon Archimède », c'est ainsi que Constantin désigne son fils. La comparaison montre l'orgueil du père, mais elle est très touchante. Dès son plus jeune âge, Christiaan révéla cette rare combinaison d'un esprit fin, doué pour les mathématiques, et d'une adresse remarquable pour les constructions pratiques, tout comme Archimède. Huygens était si habile qu'à 13 ans il construisit un tour, et qu'en 1655 il commença à fabriquer des lentilles avec l'aide de son frère. Dans les années qui précédèrent son premier voyage en France, il publia ses premiers travaux sur des sujets classiques de mathématiques. A la même époque, il rédigea de longs traités qu'il mit presque au point pour l'impression. Mais il en parlait à peine, et finit par ne pas les publier. Son étude la plus célèbre de cette époque, étude qui resta longtemps inconnue, est un traité sur le choc. En 1650, il écrivit aussi un remarquable ouvrage sur les corps flottants, sur la couverture duquel il nota plus tard qu'il doutait de son utilité et que le tout pouvait être brûlé – ce qui heureusement ne fut pas fait. Au cours de ces années, Huygens aborda la mise au point d'un traité concernant la dioptrique qu'il continua à élaborer pendant

toute sa vie, estimant fréquemment que son travail était presque prêt à être publié, mais sans l'être tout à fait. C'est là une attitude un peu surprenante, mais bien caractéristique de Huygens, et sur laquelle je reviendrai.

Toutefois, ses premières publications dans le domaine des mathématiques le firent connaître et il reçut des lettres de louanges auxquelles il répondit avec une grande modestie mais en appréciant visiblement les compliments qu'on lui prodiguait.

Dans le milieu culturel et scientifique de Paris, Huygens se trouvait à son aise. Ce style de vie lui plaisait et il s'y conformait comme un Français de naissance. En 1657, il écrit, comme un frère aîné et galant qui a beaucoup voyagé, une lettre à une amie de sa sœur Suzanna, qui avait vu un portrait de celle-ci, dessiné par lui-même. Comme elle le trouvait très réussi, Huygens lui avait promis d'en faire pour elle une copie, mais il était très en retard dans ce projet.

Voici cette lettre :

> « Mademoiselle,
> Ce ne m'est pas chose indifferente, que d'estre bien ou mal avecq la plus belle et plus aimable personne du monde. Et d'ailleurs je suis homme de parole quoyque vous vous soyez peutestre desia imaginè le contraire. C'est pourquoij, estant prest a m'en aller a Zulichem avec tous ceux de nostre famille j'aij voulu m'acquiter auparavant d'une vieille debte en vous envoyant ce pourfil de ma sœur. »

Notons à ce sujet que Zulichem, ou Zuylichem, était le domaine de la famille Huygens, un château sur la rivière « la Waal » dont-il existe un dessin. Les Huygens n'y allaient que rarement et Christiaan a écrit ailleurs qu'il s'y ennuyait beaucoup. La lettre sur le portrait de Susanna continue ainsi :

> « Quoy qu'il y paroissent a cest heure deux yeux, ne vous imaginez pas pour cela que ce soit quelque autre que ce mesme pourfil que vous vistes icy, et que je vous promis d'envoyer : mais aussi croyez moij que ce changement luy est arrivè de ce que peu a peu et insensiblement il est venu a se tourner, tellement qu'avecq le temps vous devez attendre qu'il vous regardera tout droit et peut estre commencera a remuer les levres ; car vous voyez bien que la couleur luy est dejà devenue beaucoup plus vive qu'elle n'a estè. Et toutefois quand cecy n'arriveroit pas j'espere que vous aurez assez de bontè pour le garder comme il est. Je ne demande pour toute recompense, que seulement que vous revoquiez toutes les injures que vous m'avez dit en mon absence, et que, si peut estre j'ay ce bonheur de vous veoir l'un de ces jours à Bolducq, je ne me verray pas exposè a vos reproches.
> Il n'y a rien au monde que j'apprehende d'avantage, comme il n'y a rien que je cherisse tant que l'honneur de vos bonnes graces et d'estre
> Mademoiselle
> vostre treshumble et tresobeissant serviteur Christiaan Huygens de Zulichem.
> Ma sœur vous baise les mains[2]. »

De cette lettre élégante et gaie, dont nous ignorons le nom de la destinataire, nous ne connaissons qu'un projet qui nous révèle le fait assez étonnant que Huygens, sans doute mécontent de son style, modifia le passage évoquant un visage

vivant et mobile pour aboutir à un résultat sensiblement moins réussi. Je trouve ce fait caractéristique : le style de Huygens est élégant, mais il conserve toujours un brin de formalisme et une allure un peu trop réfléchie, une tendance à repasser et à polir qui n'est pas toujours favorable à la qualité de ses écrits.

Huygens ne s'est jamais marié, mais le charme féminin ne le laissait pas indifférent et il aimait la société des femmes. En 1661, il avait été profondément impressionné par la beauté de Marianne Petit, fille d'un de ses correspondants parisiens ; il l'a visitée souvent et en a fait un portrait. Plus tard, pendant son séjour parisien, il aimait se retrouver en compagnie des charmantes filles du marchand hollandais Caron, et surtout de Suzette Caron. Celle-ci épousa par la suite un Français et, après la révocation de l'Édit de Nantes, s'établit en Hollande où elle rendait souvent visite à Huygens, trop souvent même selon ses parents.

Malheureusement, les portraits de femmes que Huygens avait faits sont perdus. Le seul portrait de sa main que nous connaissons, celui de son père, est un peu rigide. Les quelques paysages qu'il a laissés montrent qu'il était un habile dessinateur, tout comme il était un excellent musicien qui s'intéressait également à la théorie de la musique.

Le sens artistique, l'élégance, les contacts faciles dans les milieux internationaux, ce sont des qualités naturelles pour un descendant de la famille Huygens. Mais cette famille était surtout liée à la politique et à la diplomatie et Christiaan a rompu cette tradition. Il a toujours suivi les événements politiques avec attention, mais avec une certaine distance. Lorsque, en 1650, le stadhouder était sur le point de recourir à la force militaire pour imposer sa volonté à Amsterdam, Christiaan écrivait à son frère : « Pour moy spero meliora et j'attends la fin de toute l'œuvre avecq patience, et sans m'en affliger nullement[3]. » Cette position rappelle l'attitude semblable qu'a eue Huygens dans des conditions beaucoup plus dramatiques, lorsque dans les années 1672-1673, malgré l'attaque française, il était resté à Paris au service du roi de France.

Huygens était un homme calme, aimable et surtout avisé, du moins est-ce ainsi que nous le montrent ses portraits, qui, bien que solennels, révèlent autour de la bouche une petite pointe d'ironie et dans les yeux un rien d'étonnement. Était-il vraiment si pondéré, si calme ? Il pouvait se fâcher, être tenace (par exemple lorsqu'il s'agissait de brevets), être amer et se sentir insulté, comme il le fut par l'attitude de la France l'empêchant de retourner à Paris après 1681. En 1686, évoquant, dans une lettre à son frère, un livre dédié par E.V. von Tschirnhaus au roi Louis XIV, livre intitulé : *Medicina mentis et corporis* – (Médecine pour l'âme et pour le corps) – il écrivait : « Louis a bien besoin de l'une et de l'autre[4]. »

Puis, il y avait ses maladies. En 1670-1671, Christiaan était vraiment très gravement malade ; en 1675 et en 1681, il souffrit de la même maladie dont nous ne connaissons pas exactement la nature. Il est certain que cette maladie était accompagnée de dépressions profondes, et, pendant les derniers mois qui précédèrent sa mort, des sentiments de désespoir l'avaient envahi. Après une nuit blanche très difficile, en 1694, Huygens avait noté dans ses papiers un poème qui contient la plainte suivante :

> « ... la langueur de l'âme, – à celle du corps unie,
> Infecte la raison d'amère mélancolie
> Et trompe qui alors à ses conseils se fie[5]. »

Irions-nous trop loin en supposant que, pendant ces périodes de maladie, pouvaient émerger certains sentiments qui, normalement, restaient dissimulés par la raison et la pondération ? Cela me paraît probable et je pense que pour Huygens le travail était une source de force, un point fixe qui lui permettait de combattre ces assauts de mélancolie. Abordons maintenant son œuvre.

A l'examen de l'œuvre de Huygens, on est impressionné par la multitude des sujets qui y sont traités et il est impossible de la caractériser soit en tentant de délimiter ceux-ci, soit en y recherchant l'esquisse d'une méthode spécifique. Néanmoins l'unité de ce travail multiforme réside en ce qu'il est l'œuvre d'un seul personnage bien reconnaissable ; avec une manière de penser également caractéristique bien que difficile à saisir. Dans cet exposé je voudrais mettre en lumière quelques points saillants de cette œuvre concernant deux thèmes qui y ont toujours occupé une place centrale : l'horloge à pendule et l'explication de la nature selon la philosophie mécaniste. Pendant l'hiver 1656-1657, Huygens a inventé l'horloge à pendule. L'idée cachée derrière cette invention est une combinaison géniale de plusieurs notions déjà connues. On savait depuis Galilée qu'un pendule, un poids suspendu à un fil, fait des oscillations isochrones, c'est-à-dire qu'en principe chaque oscillation, petite ou grande, se fait pendant le même temps. Et Galilée avait même indiqué la possibilité d'utiliser un pendule pour mesurer le temps. Mais, il était clair que ce qui manquait aux horloges de l'époque, c'était précisément un élément garantissant l'isochronie. Huygens avait vu la solution : un pendule, suspendu librement, attaché au mécanisme de l'horloge par une fourchette et un bras, de telle manière que le balancement règle le déclanchement du rouage et que, en même temps, la force motrice de l'horloge (poids ou ressort) entretienne le mouvement du pendule. Depuis lors, le thème de l'horloge à pendule a eu dans l'œuvre entière de Huygens des ramifications que nous allons suivre.

Il y a d'abord des ramifications vers la pratique de la construction des horloges, et de leur usage en mer pour la détermination de la longitude – c'est-à-dire la détermination de la position en mer.

Certaines imperfections techniques expliquent que l'horloge à pendule n'ait pas complètement répondu aux grands espoirs que Huygens et d'autres avaient eus. Toutefois, Huygens, pendant toute sa vie, porta un grand intérêt à la construction des horloges. D'une façon analogue l'imperfection théorique de l'horloge à pendule a conduit Huygens à continuer à s'intéresser à la théorie mécanique du pendule, ce qui nous amène aux ramifications de ce thème de l'horloge à pendule dans ses études mathématiques et mécaniques.

Cette imperfection est causée par le fait que le mouvement d'un pendule, suspendu librement et dont le poids décrit une ligne circulaire, n'est pas exactement isochrone. L'approximation est très bonne quand l'amplitude est petite, mais elle ne l'est plus quand l'amplitude est grande. A mesure que l'amplitude augmente, l'oscillation du pendule exige un temps plus long. Huygens s'en est déjà rendu compte lors de la construction de ses premières horloges et il a essayé de résoudre ce problème. La méthode de raisonnement sur laquelle repose la solution de Huygens peut être formulée ainsi :

Quand le pendule décrit une trajectoire circulaire, les oscillations de grande amplitude durent trop longtemps. Donc, il serait nécessaire d'accélérer le mouvement aux extrémités de sa course. Cela peut se faire en rendant la course du poids

oscillant plus raide, puisque dans ce cas le pendule tombe plus vite vers le milieu de la trajectoire (fig. 1).

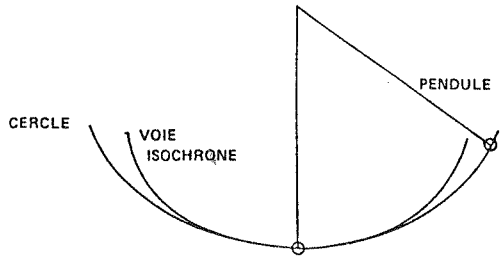

Fig. 1.

La course du poids oscillant doit donc être plus raide ; le poids doit être soulevé, pour ainsi dire, au dessus du cercle qu'il décrit normalement. Huygens a vu que c'était possible. Pour cela la corde du pendule en montant près de l'endroit où elle est fixée doit toucher des « joues » (fig. 2). Dans les premières horloges de Huygens, on trouve ces « joues ». Cette solution est l'exemple d'une alliance entre une conception théorique et une trouvaille technique, qui, justement, caractérise Huygens.

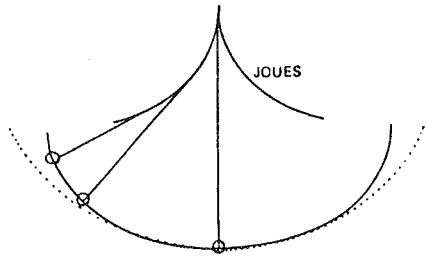

Fig. 2.

Cependant, jusque là, la solution n'avait qu'une valeur qualitative. La course devait être légèrement courbée vers le haut, mais de combien précisément ? ou plus exactement : quelle course du poids oscillant garantit une oscillation vraiment isochrone ? En 1659, Huygens trouva la réponse à cette question : la course doit avoir une forme cycloïdale. Une cycloïde est une courbe qu'on peut se représenter ainsi : si l'on fait rouler un cercle dont le diamètre est la moitié de la

longueur du pendule sous une ligne horizontale, un point de la circonférence décrit alors une cycloïde (fig. 3).

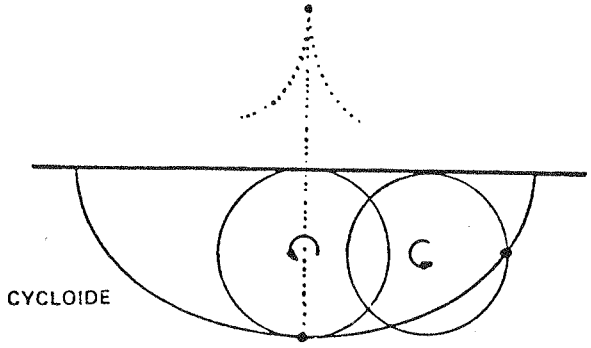

Fig. 3.

Il m'est impossible d'expliquer maintenant le raisonnement mathématique qui a conduit Huygens vers ce résultat. Notons seulement qu'il s'agit de mathématiques très avancées pour l'époque et que cette découverte de l'isochronisme ou, comme on dit aussi, du tautochronisme du mouvement cycloïdal a été considérée par Huygens comme l'une de ses découvertes les plus importantes et les plus profondes.

Maintenant qu'il connaissait la forme de la courbe isochrone, il se trouvait confronté au problème de la détermination de la forme des joues permettant de faire mouvoir l'extrémité du pendule selon une ligne cycloïdale. Il s'agissait d'un problème mathématique concernant les courbes, ou plus précisément le « déroulement » ou le « développement » des courbes. En effet, lors de l'enroulement ou du développement de la corde sur les joues, son extrémité décrit une autre courbe dont la nature dépend de la forme de la section droite des joues et inversement. Huygens eut la surprise de constater que la forme des joues qu'il cherchait se trouvait être précisément celle d'une cycloïde, fait d'autant plus surprenant que, le plus souvent, le développement d'une courbe n'engendre pas une courbe de même forme. En tout cas, Huygens fut tellement fasciné par ce problème qu'il élabora une théorie générale du « développement » des lignes courbes. Il s'agit de la situation représentée ici (voir fig. 4, page suivante) où la courbe le long de laquelle la corde s'enroule s'appelle « développée », la courbe formée lors du déroulement du fil se nomme « développante ». Huygens a étudié la relation entre ces deux courbes et a élaboré plus en détail une méthode pour déterminer la développée lorsque la développante est connue. Sa théorie, publiée en 1673, est une étude théorique très importante qui se situait à la limite des possibilités des méthodes mathématiques contemporaines.

Je voudrais mentionner un autre aspect du thème de l'horloge à pendule qui mène vers les mathématiques et vers la mécanique : il s'agit du rapport entre la

période et la longueur du pendule. La période d'un pendule, c'est-à-dire le laps de temps nécessaire pour un seul mouvement d'aller et retour du pendule, dépend de la longueur de celui-ci. Cela implique qu'on peut donner à l'horloge la vitesse voulue en modifiant cette longueur et, à cette fin, Huygens a réussi à déduire la relation entre la longueur d'un pendule réel et sa période.

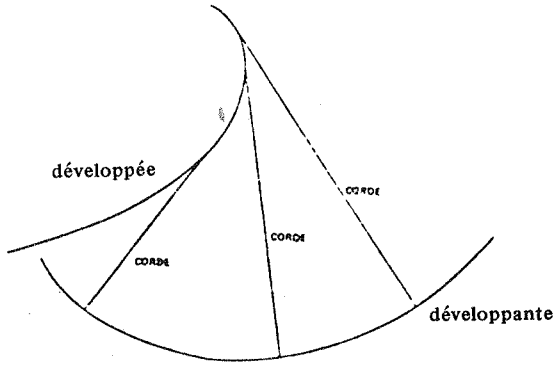

Fig. 4.

La déduction pourtant n'est valable que pour un poids en forme de point matériel suspendu à un fil lui-même sans poids. Il s'agit donc d'une situation purement théorique qui ne permet pas de déduire « a priori » quelle est la longueur à attribuer à un pendule réel (fig. 5).

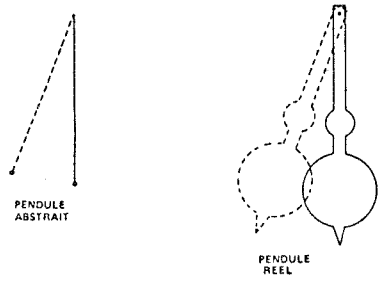

Fig. 5.

Huygens a étudié attentivement ce problème. La question est au fond la suivante : considérant au départ un pendule « véritable », il faudrait trouver le pendule abstrait qui oscille avec la même période. Autrement dit, chercher sur le pendule le point où l'on pourrait se figurer concentrée toute la masse de ce pendule sans que son mouvement oscillant se modifie. Ce point est appelé centre d'oscillation du pendule réel et sa distance au point de suspension est alors la longueur

du pendule simple équivalent. Dans sa théorie concernant le centre d'oscillation, Huygens imagine d'abord un pendule composé de deux poids et d'une barre sans poids. Le mouvement du pendule commence à partir de la situation représentée à gauche, le centre de gravité est alors à une certaine hauteur. Huygens suppose que lorsque le pendule au cours de son mouvement atteint sa position la plus basse, les liens entre les deux poids sont coupés et que ces deux poids sont entraînés vers le haut, séparément, jusqu'à la hauteur qu'ils peuvent atteindre grâce à la vitesse qu'ils avaient acquise au point le plus bas (fig. 6). Selon Huygens, dans la situation finale, le centre de gravité du système sera à la même hauteur qu'au commencement de son mouvement. Il utilise cette thèse comme un axiome où nous reconnaissons une loi concernant la conservation de l'énergie. Le reste de la déduction n'est pas très difficile, mais présente toutefois un caractère assez technique et la généralisation que Huygens en fait aux pendules de formes quelconques est, une fois de plus, mathématiquement très avancée. Je ne les esquisserai donc pas, me bornant pour le moment à rappeler le point de départ, l'axiome concernant le centre de gravité, et l'idée de Huygens (on pourrait dire son expérience de pensée) d'interrompre le lien entre les deux poids quand le mouvement est à mi-chemin. Ce point de départ caractérise la manière dont Huygens traite un problème de mécanique. Dans cette esquisse, nous avons donc vu que le thème de l'horloge à pendule mène Huygens dans de nombreuses directions, lui suggérant des problèmes qu'il aborde avec une combinaison caractéristique d'idées simples mais géniales et d'une grande habileté en mathématiques, ce qui lui permet d'élaborer ces idées jusqu'à leur dernière conséquence.

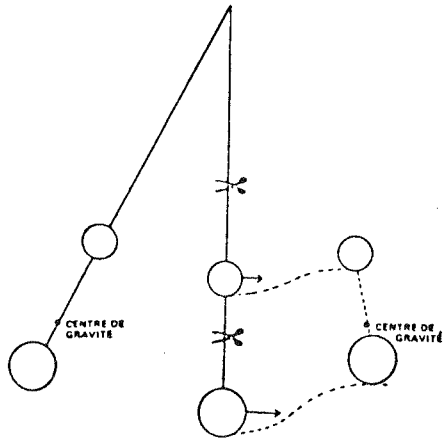

Fig. 6.

Cette même manière caractéristique d'aborder un sujet se retrouve dans les études qu'à inspiré à Huygens le thème de l'explication de la nature selon la manière de penser des mécanistes. En voici deux exemples.

Il est difficile de dire dans quelle mesure Huygens était cartésien. Mais il est certain qu'il a conservé de la confrontation avec la philosophie cartésienne

pendant sa jeunesse la conviction que les phénomènes de la nature doivent être expliqués à partir des principes du mécanisme. Cela veut dire que de telles explications doivent être trouvées dans des séries de mouvements et de collisions de particules de dimensions plus ou moins grandes. Pour expliquer ainsi des phénomènes comme la lumière, le magnétisme et la gravité, on supposait l'existence, en plus des particules de matière dont les corps observables sont formés, d'autres particules beaucoup plus petites constituant ce que l'on appelait « la matière subtile » ou « l'éther ».

Deux exemples peuvent nous montrer comment Huygens a travaillé avec – nous dirions – ce modèle de la réalité et comment ce procédé lui a inspiré des découvertes qui sont encore très importantes dans la science actuelle, bien que l'explication purement mécaniste ne nous satisfasse plus.

Le premier exemple est la découverte de l'anneau de Saturne. Les astronomes de l'époque, qui depuis peu disposaient de lunettes astronomiques, avaient découvert sur Saturne une sorte d'excroissances étranges, « d'appendices », dont personne ne savait la nature. Huygens avait conclu qu'il s'agissait d'un anneau autour de Saturne. Il avait effectivement raison, et d'ailleurs plusieurs résultats obtenus par Huygens dans ce domaine étaient dûs à la qualité supérieure des lentilles de sa lunette qu'il avait fabriquée lui-même, avec l'aide de son frère. Mais dans la description de sa découverte, Huygens fait une large place à un argument théorique qui l'avait convaincu que l'hypothèse de l'anneau était plausible. En voici le principe. Peu de temps après que Huygens eut braqué sa nouvelle lunette vers Saturne, il découvrit un satellite de cette planète, constatant qu'il tournait autour d'elle en 16 jours et qu'il se mouvait dans le plan où se trouvaient aussi ses curieux appendices. Si nous observons, comme Huygens, les mouvements dans notre système solaire avec des yeux formés – pourrait-on dire – par Descartes, cela signifie que le tourbillon de matière subtile qui tourne autour de Saturne et qui emporte ses satellites, en décrit le pourtour en 16 jours. L'observation d'autres planètes et d'autres satellites nous apprend ensuite que, dans les tourbillons situés autour des corps célestes connus, le temps de révolution est moindre près du centre que sur la face extérieure (fig. 7).

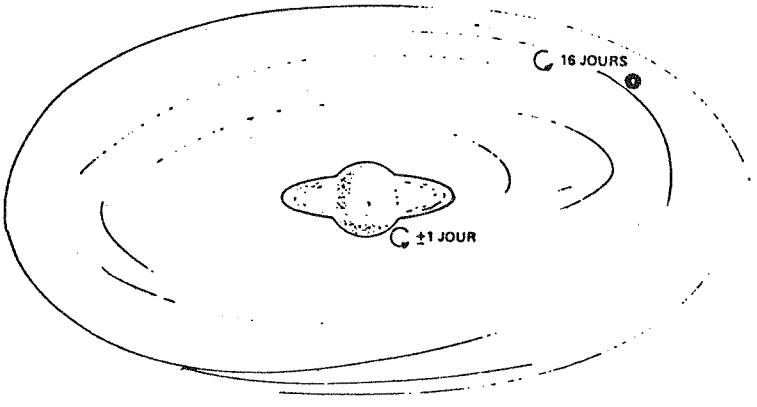

Fig. 7.

Quant à Saturne, cela signifie que le temps de révolution de la matière subtile à sa proximité doit être d'un ou deux jours environ, et que les appendices étonnants de la planète en font le tour aussi en un ou deux jours, entraînés par ce tourbillon. Cependant, et voici le point le plus important dans l'argument de Huygens : en observant ces appendices, on ne constate aucune variation ayant une période d'un ou de quelques jours (des variations de périodes plus longues apparaissent cependant). Donc, conclut Huygens, ces appendices doivent être groupés en symétrie cylindrique autour de Saturne, car dans ce cas seulement ils peuvent tourner en rond en paraissant pourtant invariables pour celui qui les observe. Or, un objet de symétrie cylindrique ressemblant à ceux qui sont observés ne peut être autre chose qu'un anneau. Voilà donc l'argument qui, en plus de ses propres observations, a donné à Huygens tant de confiance en l'hypothèse de l'anneau. C'est un argument typiquement huygenien : simple, mais inattendu et audacieux, et conduisant à des conséquences impressionnantes.

Le deuxième exemple est le rôle qu'ont joué les explications mécanistes dans les études de Huygens concernant les processus physiques en rapport avec la théorie de la lumière et plus spécialement avec son explication de la double réfraction dans le cristal d'Islande. Rasmus Bartholin avait constaté que la lumière, en passant à travers un tel cristal, se conduit d'une manière bien étonnante : un rayon qui entre est séparé en deux rayons fractionnés. L'un de ceux-ci se conduit comme s'il traversait un milieu transparent normal, l'autre suit un cours anormal. En 1676, Huygens avait développé une théorie de la lumière comme phénomène d'ondulations. Pour lui, la lumière était l'effet d'ondes-secousses en forme de sphères qui se propagent dans un éther très fin qui pénètre les corps transparents. Il s'agit de formes sphériques parce que Huygens se figure que la vitesse de propagation des secousses est la même dans tous les sens (fig. 8).

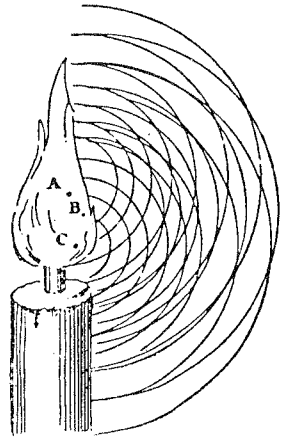

Fig. 8.

C'est alors qu'il put expliquer le comportement de la lumière lorsqu'elle est

réfractée ou reflétée dans le verre, l'eau, etc. L'explication de la double réfraction dans le cristal d'Islande, donnée par Huygens un an plus tard, constituait pour lui une confirmation de sa théorie. Mais, et c'est chose surprenante, cette explication entraînait une modification de l'hypothèse des fronts d'ondulations sphériques. Huygens en effet suppose qu'à l'intérieur du cristal deux systèmes d'ondulations-secousses coexistent. L'un d'eux a des ondulations sphériques, il forme le rayon réfracté normal. Pour les autres ondulations, la vitesse de propagation est plus grande dans une direction, déterminée par la structure du cristal, que dans les autres. De ce fait, il se forme des surfaces d'ondulations en forme d'ellipsoïdes. A l'aide des mêmes arguments que pour les surfaces sphériques lorsqu'il s'agit de surfaces en forme d'ellipsoïdes, Huygens peut expliquer le cours du rayon anormal (fig. 9).

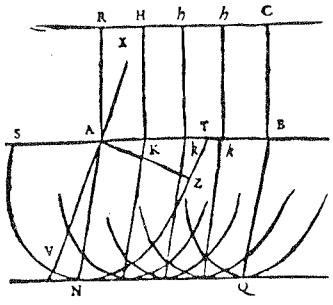

Fig. 9 : Ondes ellipsoïdales – Figure du *Traité de la lumière* (*Œuvres*, t. XIX, p. 501).

Nous rencontrons ici les mêmes traits caractéristiques : Huygens se forme un modèle mathématique de principe simple, puis il y introduit une idée de génie (la symétrie cylindrique ou les fronts d'ondulations ellipsoïdales). Ensuite, il continue en appliquant des méthodes mathématiques très poussées, pour trouver des explications qui pour lui sont convaincantes. Bien que celles-ci le soient beaucoup moins pour nous, elles sont si riches que certains de leurs éléments conservent toujours une valeur dans la science moderne.

Après ces quelques exemples choisis dans l'œuvre de Huygens, je voudrais aborder rapidement le problème de l'influence de son œuvre. Une question se pose aussitôt : comment expliquer que cette influence ait été moins importante qu'on ne pourrait le penser. La disproportion qui existe entre la grande qualité de l'œuvre de Huygens et sa faible influence exige une explication. Il est légitime d'espérer qu'en cherchant celle-ci, on pourra mieux comprendre la nature spéciale de l'œuvre de Huygens et le rôle qu'il a joué dans la révolution scientifique. Il est évident qu'il est impossible de donner une explication simple. Trois facteurs ont joué un rôle certain : le style employé par Huygens dans son œuvre mathématique et mécanique, sa réticence étonnante à publier ses études, le caractère spécial de son génie. Au sujet du style, je dirai seulement qu'en mathématiques, le nouveau calcul différen-

tiel et intégral de Newton et Leibniz remplaça le style plutôt classique caractéristique de Huygens et la mécanique de Newton, basée sur la notion de force, l'éclipsa en quelque sorte dans le domaine de la mécanique. Une autre raison de la faiblesse de son influence réside dans la réserve qu'observait Huygens quand il s'agissait de publier. La théorie du choc, l'étude sur les corps flottants, la dioptrique, l'étude sur la force centrifuge et bon nombre de ses recherches mathématiques ne furent pas publiées, ou ne sortirent de son cabinet d'études que sous la forme de résultats et de conclusions. Dans certains cas, les raisons explicites pour différer la publication sont connues. Par exemple F. Van Schooten a exercé une certaine pression sur Huygens afin qu'il ne publie pas son traité du choc, car cela eut signifié une attaque au renom de la philosophie cartésienne. Mais on peut se demander si la réserve de Huygens n'a pas une cause plus profonde, et, à l'inverse, si cette réserve n'est pas un aspect d'une caractéristique plus profonde de son œuvre scientifique.

Pour répondre à cette question, nous allons dresser la liste des principales inventions et découvertes de Huygens. Ce sont : les lois du choc, l'idée de la relativité du mouvement, l'horloge à pendule, le tautochronisme de la cycloïde, l'anneau de Saturne, les lois de la force centrifuge, la détermination du centre d'oscillation, la théorie de la lumière, la réfraction dans le cristal d'Islande. Dans tous ces cas, Huygens a su introduire dans une situation compliquée un modèle mathématique relativement simple. Grâce à une pensée de génie, il introduit un élément théorique nouveau et, pour tirer les conséquences de ce progrès, il recourt à des méthodes mathématiques poussées.

Ce sont des inventions qui, bien que placées dans un contexte abstrait, font penser au travail du technicien, du concepteur d'instruments mécaniques. Il voit des possibilités dans le modèle, dans l'instrument, par exemple une petite barre fixée d'une certaine façon, le remplacement d'une combinaison de roues dentées par une autre, et un pas est ainsi réalisé vers la solution du problème. La comparaison avec un concepteur d'instruments – et à mon avis cette comparaison est essentielle – mène à la question suivante : quel est l'instrument, le tout, que Huygens est en train de construire ? La réponse : ce tout n'y est pas encore. Ce que Huygens a trouvé, ce sont des cas isolés, des idées géniales mais plus ou moins incohérentes.

Une contradiction apparaît ici. Car au temps de Huygens, au moment de la révolution scientifique, l'accent ne portait pas sur l'idée géniale mais isolée, mais sur le tout, sur le programme, sur l'espérance que, grâce à un travail assidu, il devait être possible de développer un système de philosophie naturelle qui devrait tout expliquer. Et, naturellement Huygens a subi l'influence de cette manière de penser. Au cours de sa jeunesse, il fut très impressionné par Descartes. Plus tard, c'est le programme de Bacon qui l'inspira. Les systèmes, les programmes de recherches, les espoirs, les visions – ce ne sont pas là précisément les domaines où Huygens est génial. Au contraire, il y est modéré et réaliste, et pourrait-on même dire un peu banal. Ses principales idées sur la philosophie de la nature manquent d'inspiration et sont conservatrices : la philosophie doit élaborer des explications mécanistes ; la certitude n'existe pas : il y a seulement des degrés de probabilité ; la raison, avec l'expérience, doit servir de point de départ ; les abstractions abusives et les spéculations n'ont pas de sens ; il s'agit de résoudre des problèmes – et il y a pas mal de problèmes à résoudre avant que nous soyons prêts. Toutes ces opinions sont très raisonnables, très sensées, mais elles n'ont qu'une

faible force d'inspiration.

Pour celui qui cherche et qui a été touché par une vision, chaque petit pas, tout isolé qu'il soit, peut être une confirmation de cette vision. Pour cette raison, il mérite d'être publié. Mais pour un chercheur qui, comme Huygens, reste impassible devant les visions, les programmes et les attentes, et qui voit à côté de chaque succès isolé le nombre infini de problèmes qui doivent être résolus ; pour lui, le travail ne finit jamais, la cohérence n'est pas atteinte. C'est pourquoi le besoin, la raison de publier est beaucoup moins pressante. Je crois qu'on trouve ici une explication de la réserve qu'a montrée Huygens pour publier ses résultats. Il empruntait les critères des grands philosophes initiateurs de la révolution scientifique, mais non leurs visions. Ses critères se trouvaient alors dans le domaine du tout, de l'explication complète des phénomènes de la nature. Mais son génie se trouvait ailleurs, dans ces essais de pensée sagaces, brillants même, mais isolés. Et c'est là une combinaison qui freine.

Cette réserve de Huygens explique qu'il ait été un personnage beaucoup moins influent que les grands savants de la révolution scientifique : Bacon, Galilée, Descartes, Newton. Il n'eut pas d'élèves, pas d'adeptes, un « huygensianisme » n'a jamais existé, l'idée d'un tel terme en « isme » est si éloignée qu'il faut réfléchir pour imaginer le mot.

Cela aussi se rattache au caractère spécial de son génie : on peut admirer les découvertes de Huygens, on peut les emprunter et les utiliser, mais on ne peut pas apprendre à faire soi-même des découvertes semblables.

J'aboutis donc à une conclusion plus ou moins négative, ce qui n'est pas étonnant, car mon point de départ était une question négative : pourquoi l'influence de Huygens avait-elle été faible ? J'espère, en essayant de répondre à cette question, avoir donné un nombre suffisant d'aspects pour éclairer son œuvre et sa personnalité. Mais je ne voudrais pas terminer sur ce point. 350 années se sont écoulées depuis la naissance de Huygens et au fond il s'agit de savoir ce que nous offre la confrontation avec la personnalité de Huygens et avec son œuvre. Je crois que l'esprit qui émane de son génie n'est pas amoindri par le fait que son influence directe ait été plus limitée qu'on ne pouvait le supposer à première vue.

Pour moi, Huygens est un homme qui peut nous inspirer, par sa sagacité, par l'illustration imposante que donne son œuvre de la force explicative des mathématiques dans les sciences de la nature, par l'attrait de sa personne, réservée et un peu froide mais absolument droite. Je crois qu'il est possible que Huygens nous inspire encore en 1979 : la clarté de son style et le caractère élémentaire de sa philosophie permettent de pénétrer assez vite dans le monde de ses pensées et de savourer son génie. J'espère que tout cela incitera de nombreux chercheurs à entrer en contact avec ce personnage et avec son œuvre.

NOTES

1. *Oeuvres*, t. I, p. 123-124.
2. *Oeuvres*, t. II, p. 53-54.
3. *Oeuvres*, t. I, p. 130.
4. *Oeuvres*, t. IX, p. 113.
5. *Oeuvres*, t. X, p. 719 ; je cite la traduction française par les éditeurs des *Oeuvres ;* le poème est en latin, peut-être Huygens l'a-t-il composé lui-même.

ERRATA

P. 101, ligne 3, lire : 25 (et non 23).
P. 102, l. 3 en remontant, lire : 16 (et non 19).
P. 103, l. 13 en remontant, remplacer par : *De linea, in quam flexibile,* ... AE, juin 1691, GM V, p. 243, au lieu de : *De linea* ..., p. 244.
P. 104, l. 17, lire : 595 (et non 590).
P. 105, l. 3, lire : 578-579 (et non 578).
P. 106, l. 13 en remontant, lire : 10 janv. (et non 14 mars) ; p. 607 (et non 611) ; l. 19 en remontant, lire 3 avril (et non 24 mars).
P. 107, l. 12, lire : t. IX, p. 461-463 (et non t. XVI, p. 359 sq.) ; l. 7 en remontant, lire : 16 fév. 1700, GP III, p. 261 sq. (et non 1er (11) nov... p. 196).
P. 109, n. 2, lire : exornare opus meum... (et non exonerare...) ; et lire : 24 mars (et non 21).
P. 110, n. 3, lire : 1er mars 1703, GP II, p. 248 (et non 11 mars, ... p. 348) ; l. 9 en remontant, lire : A I, 11 (et non AI, 11) ; lire : A I (et non AI), partout où figure cette référence dans le texte et les notes ; n. 3, l. 4-3 en remontant, supprimer : L. à Varignon... p. 197.
P. 111, fin de la l. 1, ajouter : Pour GM et LBG voir le *Register* de J.E. Hofmann. Note 10, lire : 25 juin (5 juil.) (et non janv. (4 févr.)) ; n. 17, lire 31 juil. (et non 11) ; n. 24, lire p. 634 (et non 628).
P. 112, n. 26, remplacer par : *Communicatio suae pariter duarumque...,* AE, mai 1697, GM V, p. 331-336, au lieu de : *De linea* ..., p. 240. Note 27, lire : 26 oct. (et non 16) ; lire : 1675 (et non 1680) ; n. 28, lire : D.S.B., vol. 6 (et non 4) ; ajouter à la fin de la note 28 : C.A. Crommelin, « Sur l'attitude de Huygens envers le calcul infinitésimal et sur deux courbes intéressantes du même savant », dans *Simon Stevin,* 31, 1956, p. 5-18. Note 33, lire : 512 (et non 516) ; n. 34, lire : 16(26) juin (et non 19 (29) juin) ; n. 36, lire : AE, mai 1697 (et non AE 1697) ; lire : 16 juin (et non 19).
P. 113, n. 45, lire : in note 28 (et non 16) ; n. 46, lire : p. 8 (et non 9) ; n. 48, lire : in note 28 (et non 26) ; n. 51, lire : in note 28 (et non 26) ; n. 53, lire : in note 18 (et non 16) ; n. 54, lire : A I 6 (et non 7) ; n. 56, lire : p. 330 (et non 336) ; n. 58, l. 9, lire : 15 (et non 14) ; lire : in note 20 (et non 18) ; n. 58, l. 11, lire : mars 1675, A I, 1 (et non AI) ; l. 12, lire : in note 28 (et non 26) ; n. 59, lire : in note 28 (et non 26).