

L'expédition scientifique de Jean Richer dans l'île de Cayenne

■ Laurent POLIDORI

Dès la création de l'Académie royale des sciences par Colbert en 1666, l'astronomie et la géodésie sont au cœur de son programme et l'Observatoire de Paris est fondé l'année suivante pour permettre leur développement. L'astronomie connaît alors une profonde mutation. Les modèles conceptuels renouvelés par Copernic et Tycho Brahé au siècle précédent ont encouragé de nouvelles observations et les conditions intellectuelles de l'astronomie moderne commencent à apparaître, à savoir le développement de l'approche expérimentale, favorisée par l'utilisation d'instruments d'observation (par opposition à l'enseignement des livres), et le développement de nouveaux outils mathématiques tels que les logarithmes, la géométrie analytique et le calcul différentiel. Par ailleurs on commence à envisager des expéditions dans des pays lointains. C'est dans ce contexte que l'astronome Jean Richer (v. 1630-1696) va être envoyé en Guyane française en 1672 pour mesurer la parallaxe de Mars afin de déterminer les dimensions du système solaire. Il est aussi chargé d'un certain nombre d'observations astronomiques et physiques, et en constatant que le pendule bat plus lentement à Cayenne qu'à Paris, il donnera, sans l'avoir voulu, des arguments à la nouvelle théorie newtonienne et à l'hypothèse d'une terre aplatie.

Les raisons d'une expédition lointaine

La première proposition d'une expédition vers des terres lointaines pour des observations astronomiques, présentée aux membres de l'Académie par Auzout dès janvier 1667 (quelques jours seulement après la première session), avait pour destination Madagascar. De multiples motivations, tant scientifiques que politiques, justifiaient la décision d'une expédition lointaine.

- D'un point de vue scientifique, les astronomes attachaient une grande importance au problème de la réfraction, qui déforme les hauteurs de tous les astres proches de l'horizon, comme cela devait être le cas pour les hauteurs mesurées par Tycho au Danemark. Ainsi, pour tous les phénomènes se produisant dans le plan de l'écliptique où se situe l'ensemble du système solaire, l'élimination de la réfraction nécessitait des observations proches de l'équateur. De plus, pour estimer la distance d'une planète, il fallait l'observer depuis deux points très éloignés. Enfin, un observatoire ne voit qu'une

partie du ciel, d'autant plus restreinte qu'il est éloigné de l'équateur.

- D'un point de vue technologique, un voyage était l'occasion de tester des méthodes ou des instruments, par exemple pour améliorer la connaissance de la localisation en mer. C'est dans cet esprit qu'en 1670, Jean Richer est envoyé par Colbert en Acadie pour tester outre-Atlantique les horloges à pendule mises au point par Huygens.

- Les astronomes ont toujours cherché à comparer leurs observations avec celles de leurs prédécesseurs, notamment Hipparque et Ptolémée qui avaient observé à Alexandrie (Égypte) et Tycho à Uraniburg (Danemark), ce qui les obligeait à vérifier la position de ces anciens observatoires. Bien que Tycho n'ait pas utilisé de télescope, ses données étaient considérées comme les plus fiables et le Danemark n'était pas loin de la France. L'Académie a donc décidé d'envoyer une mission à Uraniburg, qui a été confiée à Picard.

- Quelques décennies plus tard, lorsque des astronomes ont été chargés de construire des triangulations pour déterminer la forme de la Terre, il a

fallu comparer la courbure du méridien en des points très éloignés, c'est-à-dire près de l'équateur et près du pôle, ce qui a conduit l'Académie à programmer des expéditions au Pérou et en Laponie.

- Des raisons plus politiques peuvent être ajoutées aux précédentes, puisqu'un monarque pouvait envoyer des scientifiques dans le monde entier pour démontrer sa magnificence. À ce titre, la mission de Richer était l'un des éléments de la politique scientifique de Louis XIV.

À cette époque, des voyages à finalité militaire, religieuse ou commerciale permettaient de faire des découvertes scientifiques fortuites, les voyageurs rapportant des échantillons de roches, de plantes et d'animaux ainsi que des croquis, des cartes et des hypothèses sur les origines de la Terre et de la vie. Hormis l'exception notable du naturaliste Marcgraff qui explora le Brésil en 1638-43, la mission de Jean Richer semble être la première grande mission à finalité purement scientifique vers des terres lointaines. Mais à la différence de Marcgraff, qui découvrait et collectait tout ce qui se présentait à lui, Richer partait vers un lieu clairement identifié, avec des objectifs très précis, des instructions pratiques pour l'installation d'un observatoire et des méthodes d'observation explicitement établies. S'il est difficile d'insérer un programme d'observations astronomiques dans une expédition naturaliste, itinérante par nature, l'inverse est plus classique. Ainsi, Richer décrit dans son rapport quatre animaux rencontrés sur place (le marsouin, le caïman, l'anguille électrique et le pécaré), qu'il avait sans doute observés pour occuper son temps lorsque la pluie empêchait les mesures astronomiques.

Dans sa première proposition, Auzot envisageait d'envoyer une expédition à

Madagascar, colonie française et siège de la Compagnie des Indes orientales qui pouvait assurer la logistique de l'expédition. Cependant, le choix de Cayenne s'imposa rapidement. Malgré un équilibre géopolitique instable, la position de Cayenne en Amérique tropicale présentait en effet plusieurs avantages. Par rapport aux attentes scientifiques de la mission, la possibilité de voir les étoiles dans le ciel austral était le seul avantage de Madagascar, car pour toutes les observations faites dans le plan de l'écliptique, la position équatoriale était préférable, principalement pour éliminer la réfraction. En outre, l'accès à Cayenne était plus rapide ce qui permettrait de correspondre avec Paris pendant la mission. Enfin, les préparatifs de l'expédition ayant pris du retard, Richer serait arrivé trop tard à Madagascar pour observer la parallaxe de Mars prévue en octobre 1672.

Les préparatifs de la mission

L'Académie décida de confier la mission à Jean Richer, assisté de Meurisse. Richer avait rejoint l'Académie dès sa création comme élève astronome. Il assistait régulièrement Auzout, Picard et plus tard Cassini, dans leurs observations et le développement de nouveaux instruments. Il participa aux travaux de repérage et d'orientation préalables à la construction de l'Observatoire de Paris. À plusieurs reprises, il fut chargé de reconnaître et de préparer les lieux où les astronomes devaient faire des observations d'éclipses et d'autres phénomènes, et il participa à l'élaboration de la triangulation de la nouvelle carte des environs de Paris. Il devait avoir des compétences en calcul, à en croire un procès-verbal de 1667 indiquant que l'Académie l'avait chargé de "faire des logarithmes". Il semble qu'il ait été un technicien autonome, parfaitement conscient des enjeux scientifiques auxquels ses mesures étaient destinées, et capable de prendre des initiatives comme il allait le prouver lors de son séjour à Cayenne. En 1670, Richer, déjà accompagné de Meurisse, fut choisi pour effectuer un voyage trans-

atlantique en Acadie (Canada) afin de tester trois modèles d'horloge à pendule conçus par Huygens, cette destination permettant une grande différence de longitude en un court laps de temps. Au printemps 1670, alors qu'ils avaient déjà été choisis pour partir à Cayenne l'année suivante, Richer et Meurisse s'embarquèrent donc à La Rochelle avec des horloges et des instruments astronomiques et firent route vers la côte canadienne. Ils étaient de retour en septembre de la même année mais leur mission avait échoué, les horloges n'ayant pas résisté au voyage en mer. Huygens accusa Richer d'incompétence, mais il semble que l'Académie ne l'ait pas suivi dans ses reproches, car elle maintint sa confiance en Richer en confirmant sa mission à Cayenne, qu'il passa les mois suivants à préparer.

Les préparatifs techniques de la mission furent effectués à l'Observatoire de Paris au cours de l'année 1671. Picard, véritable concepteur des méthodes d'observation que Richer devait utiliser, fut sans doute responsable du choix des instruments à utiliser. Cependant, il n'était probablement pas très disponible car il préparait son propre voyage à Uraniburg, prévu en juillet de la même année. Richer devait prendre un octant de six pieds et un quart de cercle de deux pieds et demi. Il s'agissait des instruments les plus puissants de l'époque. *Ces instruments étaient de fer bien battu, et le limbe de l'un et de l'autre, sur lequel on avait tracé la division, était de cuivre, chaque degré étant divisé en minutes par des lignes transversales, de telle manière que sur chaque minute de l'octant je pouvais aisément estimer la grandeur de huit ou dix secondes*, note Richer dans son rapport ¹, figure 1. Pour l'observation des éclipses des satellites de Jupiter, nécessaire au calcul des longitudes, le but n'était pas de localiser l'étoile, mais de la voir suffisamment clairement pour déterminer l'instant exact où elle entrait dans l'ombre de la planète (ou en sortait). Pour ce faire, Richer devait prendre deux lunettes de cinq

¹ Sauf mention contraire, toutes les citations en italique sont extraites de Richer J. (1679) *Observations astronomiques et physiques faites en l'Isle de Caienne*, Imprimerie Royale, Paris.



Figure 1. Le rapport de mission de Jean Richer, publié en 1679.

et vingt pieds de long. La mesure du temps devait se faire à l'aide de deux horloges à pendule, dont l'une battait la seconde et l'autre la demi-seconde. Richer vérifia tous ces instruments et fit de nombreuses mesures avec Cassini en préparation des observations qu'ils allaient devoir faire simultanément à Paris et à Cayenne. Enfin, les objectifs de la mission furent arrêtés par l'Académie. Richer devait déterminer l'obliquité de l'écliptique, l'instant des équinoxes, les mouvements et la parallaxe de la Lune, les mouvements de Mercure, les parallaxes du Soleil, de Vénus et de Mars, les longitudes et latitudes de quelques étoiles fixes de l'hémisphère sud. Il devait également étudier divers phénomènes physiques : la durée du crépuscule, la différence de réfraction entre Cayenne et Paris, la hauteur du baromètre, la longueur du pendule des secondes et les marées. Notons qu'à côté des parallaxes qui étaient l'objectif principal et le plus noble de la mission, la longueur du pendule était un point de détail. Cependant, c'est ce que la postérité allait retenir en priorité.

Les aspects administratifs de la mission furent réglés en septembre 1671. Colbert donna des ordres à la Compagnie des Indes occidentales, qui avait le monopole du commerce sur les côtes atlantiques d'Afrique et d'Amérique, concernant le voyage et l'hébergement de Richer et Meurisse. Ayant reçu son budget le 27 septembre et son passeport le 29 septembre, Richer quitta Paris et s'embarqua en octobre 1671 pour La Rochelle où il séjourna trois mois.



Il consacra cette période à la préparation matérielle de sa mission, et à la réalisation de nouvelles mesures astronomiques destinées à tester et étalonner ses instruments. Il savait qu'il devrait construire un observatoire à Cayenne avec les moyens du bord, mais certains éléments essentiels devaient être préparés avant son départ :

Mon but étant, auparavant que je partis de France, de placer dans le méridien, avec toute l'exactitude qui me serait possible, l'octant dont j'ai parlé ailleurs, pour faire les observations suivantes ; et ayant prévu que je pourrais ne pas trouver dans le pays où j'allais, une pierre assez polie, pour tracer dessus une ligne méridienne, j'en fis tailler une à La Rochelle, de deux pieds de long sur l'épaisseur de cinq pouces, et large d'un pied et demi, laquelle je fis embarquer dans le vaisseau avec de la chaux et du ciment, pour la maçonner où besoin serait.

Richer s'embarqua pour Cayenne le 8 février 1672. On sait peu de choses sur son voyage, si ce n'est qu'il observa une comète pendant plusieurs nuits et demanda, sans succès, à débarquer aux Canaries. Il accosta dans le port de Cayenne le 22 avril, en pleine saison des pluies.

Le séjour de Richer à Cayenne

Régulièrement explorée depuis le troisième voyage de Christophe Colomb (1498), la côte de la Guyane où Richer débarqua en 1672 est une plaine marécageuse qui s'étend entre les embouchures de l'Amazone et de l'Orénoque, et ponctuée ici et là de quelques promontoires rocheux. Cayenne occupe l'un de ces promontoires, sur une presqu'île entre deux fleuves côtiers (Cayenne et Mahury). Un canal naturel, que l'on retrouve sur les cartes de l'époque sous le nom de rivière Ouzacavo, relie les deux rivières, ce qui justifie le nom usuel de l'île de Cayenne. Sur une colline, à l'extrémité nord-ouest de cette île, est construit le fort Cépérou, une forteresse autour de laquelle la ville de Cayenne s'est progressivement étendue. Les colons européens et leurs esclaves africains s'étaient installés

sur des terres occupées par les Indiens Galibis. Cette cohabitation de trois peuples donna naissance, à partir du milieu du XVII^e siècle, à l'embryon de la société guyanaise et aux premières bases d'une langue créole.

Cayenne était une destination difficile pour une mission scientifique. Les témoignages des premiers explorateurs et l'échec des premières tentatives de colonisation n'étaient pas très encourageants. La rudesse du climat, les maladies (paludisme, fièvre jaune), l'hostilité des populations locales, le manque d'infrastructures, tout cela laissait présager un séjour inconfortable et un risque élevé d'échec pour la mission. En outre, un demi-siècle avant que le traité d'Utrecht ne stabilise le partage des nouvelles terres entre les puissances coloniales européennes, la région était très instable d'un point de vue géopolitique. Malgré le partage du monde entre Espagnols et Portugais par le traité de Tordesillas en 1494, l'impossibilité jusqu'au XVIII^e siècle de mesurer les longitudes avec une précision acceptable avait créé une confusion encourageant les autres nations européennes à tenter leur chance. Entre les Caraïbes, clairement espagnoles, et la côte brésilienne, clairement portugaise, le plateau des Guyanes était ainsi convoité par les Anglais, les Hollandais et les Français. Entre le Maroni et le Cap Nord, la bande littorale était occupée par la France dans le cadre d'un projet politique appelé "France Equinoxiale". Après la première exploration des lieux par Daniel de la Touche de la Ravardière en 1604, les expéditions se succédèrent, mais c'est celle qui partit de Rouen en 1630, suivie d'une seconde en 1633, qui donna réellement naissance à la fondation de Cayenne, avec la construction du fort Cépérou et du premier village sur ses flancs. Cependant, le projet de colonisation échoua, en raison de maladies et de difficultés de toutes sortes, et la plupart des habitants partirent s'établir au Suriname où ils rejoignirent les Anglais pour faire prospérer la colonie voisine. Une autre expédition arriva à Cayenne en 1644 sous la direction de Poncet de Brétigny avec une garnison de 1 200 hommes et la forteresse de Cépérou fut agrandie et consolidée. Mais Poncet de Brétigny fut si cruel

envers les Indiens que ceux-ci le massacrèrent ainsi que de nombreux colons français, et les survivants durent s'enfuir. En 1654, les Hollandais, trouvant Cayenne sans résistance, s'y installèrent et la colonie retrouva sa prospérité. Une nouvelle expédition française, dirigée par Lefebvre de la Barre, reprit Cayenne en 1664 et les colons néerlandais retournèrent au Suriname. Mais la reprise en main de la colonie de Cayenne par la couronne française fut de courte durée, car les Anglais débarquèrent en 1667, saccagèrent et brûlèrent la ville et détruisirent les plantations. En 1668, Lefebvre de la Barre trouva les survivants en train de reconstruire péniblement la colonie. De plus, la Compagnie des Indes occidentales, créée par Louis XIV et qui devait assurer un soutien logistique à Richer, se trouva rapidement en faillite. C'est donc dans un environnement particulièrement instable que Richer débarqua à Cayenne en 1672.

La carte en *figure 2* est contemporaine de la mission de Richer. Elle localise les établissements français, anglais et hollandais, et fournit des informations d'intérêt hydrographique (noms des rivières permettant la navigation à l'intérieur du territoire), économique (carrières où l'on trouve des "pierres ressemblant à des rubis") ou ethnique (territoires des groupes indigènes avec lesquels il était possible ou non de commercer, présentant même des caractéristiques permettant de les identifier, par exemple les Nolaques "portent des plaques d'or à l'oreille"). En faisant coexister une cartographie précise de la côte avec une représentation mythique de l'intérieur du continent, cette carte de l'époque illustre les deux objectifs visés dans cette exploration de nouvelles terres : la colonisation agricole et la découverte de l'El Dorado, dont rêvaient les Européens à l'époque de Richer.

On sait très peu de choses sur le séjour de Richer à Cayenne, en dehors des observations qu'il a faites. Son rapport de mission, publié en 1679, n'évoque que ses observations, et seules les deux lettres qu'il a écrites à Cassini les 4 mai et 20 juillet 1672 nous fournissent quelques détails sur sa vie quotidienne. Il se plaignait notamment de la cherté



Figure 2. La Guyane française en 1677.

de la vie, de la lenteur du courrier et du service déplorable de la Compagnie des Indes occidentales.

L'activité astronomique de Jean Richer ne débuta pas immédiatement. Il passa les premiers jours à reconnaître le site et à régler les détails logistiques de son installation, mais on ne sait rien des circonstances de cette première période, si ce n'est qu'elle se situait en pleine saison des pluies. Cela a sans doute limité ses mouvements et retardé le début de son travail. Il fit construire un observatoire par les Indiens, *de vingt-quatre pieds de long sur dix-huit de large, couverte de branches et de feuilles de palmier, et fermée par les côtés avec des écorces d'arbres, laquelle m'a servi d'observatoire pendant que j'ai été en cette île.*

Après avoir commencé ses mesures, il constata les limites de son matériel et demanda à Cassini dans sa lettre

du 20 juillet 1672 de lui envoyer de nouveaux instruments, plus performants, avec des consignes pour les protéger de l'eau pendant le transport. Il évoquait également une contrariété imprévue, mais récurrente, en indiquant que, lors d'une de ses observations de Mercure, l'horloge s'était arrêtée en raison des fourmis qui pénétraient dans les rouages.

Enfin, Richer déplora à plusieurs reprises le climat en Guyane. Dans sa deuxième lettre à Cassini, il se disait confiant pour les mesures prévues au voisinage de l'équinoxe d'automne et du solstice d'hiver, mais redoutait les pluies qui allaient ensuite durer de janvier à juillet. Il devait également noter, plus tard, sa difficulté à observer Mercure, seulement visible très près de l'horizon et donc souvent cachée par les nuages. Quant à la parallaxe de Mars qui était l'objectif principal de la

mission, il déplorait que les conditions météorologiques ne lui eussent pas permis de commencer ses observations, mais cette partie du programme était prévue pendant la saison sèche, une chance qui a certainement contribué au succès de la mission.

Malgré ces multiples difficultés, Richer quitta Cayenne en mai 1673, après un séjour de plus d'un an, dont il rapportait des données d'une valeur scientifique exceptionnelle. Il aurait dû rester plus longtemps, mais la maladie l'obligea à interrompre son séjour. Le rapport contenant ses mesures indiquait sur un ton laconique qu'elles avaient cessé le 25 mai 1673 et expliquait modestement : *J'ai demeuré jusqu'à ce jour à Cayenne, les incommodités de ce climat m'ont obligé à rentrer en France.* Quant à son compagnon Meurisse, il ne résista pas à la maladie et mourut avant d'avoir pu rentrer en France.

Retombées scientifiques

Nous attendions le retour de M. Richer comme nous aurions attendu le verdict d'un juge, témoigna Fontenelle. L'attente ne fut pas déçue. Grâce aux observations que Richer rapportait de Cayenne, on découvrait que le système solaire était vingt fois plus grand que ce que l'on avait toujours cru. Et même Newton devait appuyer ses nouvelles idées sur les observations de Richer. La mission fut donc un véritable succès scientifique, malgré des risques d'échec considérables.

Nous pouvons être surpris de la qualité des observations de Richer à son époque et dans les conditions dans lesquelles son expédition s'est déroulée. Qu'il s'agisse des dimensions du système solaire ou du retard du pendule, la précision des résultats est étonnante. Mais Richer, conscient des attentes très élevées générées par sa mission, semble avoir effectué ses mesures avec un soin extrême, dont il témoignait dans son rapport. Il utilisa également les instruments les plus performants de son temps, et les méthodes d'observation astronomique développées par l'Académie, sous l'influence de Picard, accordaient une place importante à l'étalonnage des instruments. Les erreurs de mesure étant inévitables, comme la réfraction atmosphérique, les défauts de montage des lentilles ou la dilatation thermique des pièces mécaniques, il s'agissait de comprendre leurs causes afin de les corriger, c'est-à-dire d'estimer par le calcul les mesures qui seraient obtenues dans des conditions idéales, sans atmosphère et avec des instruments parfaits. Bien que Richer ne disposât pas des outils statistiques pour développer un modèle d'erreur, c'est bien un nouvel état d'esprit qui apparaissait dans la science, et il joua un rôle essentiel dans le succès de la mission. Enfin, malgré un climat généralement défavorable, la mesure de la parallaxe de Mars eut lieu en octobre 1672, c'est-à-dire exactement pendant la courte saison sèche.

Les résultats scientifiques de la mission de Richer dépendaient des calculs qui restaient à faire à partir des mesures effectuées simultanément à Paris par Cassini. Le principal résultat, déduit de

la parallaxe de Mars, était la distance Terre-Soleil, estimée à 33 millions de lieues, soit une erreur d'environ 2 % par rapport à la valeur moderne de 149,6 millions de km. Malgré le soin apporté par Richer à ses observations, les conditions expérimentales et la faible parallaxe ne permettaient pas de garantir une telle précision, en grande partie fortuite. Cassini notait d'ailleurs qu'une erreur d'un ou deux millions de lieues ne pouvait être exclue, une incertitude largement sous-estimée. La proximité entre le résultat de Richer et la valeur moderne est donc un coup de chance, que nous analysons plus loin. De cette distance fut déduit que le diamètre du Soleil était 100 fois supérieur à celui de la Terre, résultat proche de la valeur moderne de 109. Avec Kepler, la description du système solaire était une carte bien proportionnée, mais sans échelle. Après la mission de Richer, la carte avait enfin une échelle. Tous les résultats déduits de la mission de Richer concernant la parallaxe de Mars ont été essentiels pour le progrès de l'astronomie : la géométrie du système solaire était mieux connue, et les techniques de mesure et de calcul, mieux maîtrisées. Mais c'est une autre contribution de Richer qui lui a permis de passer à la postérité. Outre les observations astronomiques, qui formaient un ensemble cohérent, Richer était chargé de quelques observations secondaires de divers phénomènes physiques. Dans son rapport, après 65 pages consacrées aux mesures astronomiques, le chapitre sur "la longueur du pendule des secondes" est si bref que nous pouvons le citer intégralement. *L'une des plus considérables observations que j'ai faites, est celle de la longueur du pendule à secondes de temps, laquelle s'est trouvée plus courte en Cayenne qu'à Paris : car la même mesure qui avait été marquée en ce lieu-là sur une verge de fer, suivant la longueur qui s'était trouvée nécessaire pour faire un pendule à secondes de temps, ayant été apportée en France et comparée avec celle de Paris, leur différence a été trouvée d'une ligne et un quart, dont celle de Cayenne est moindre que celle de Paris, laquelle est de 3 pieds 8 lignes 3/5. Cette observation a été réitérée pendant dix mois entiers, où il ne s'est pas passé de*

semaine qu'elle n'ait été faite plusieurs fois avec beaucoup de soin. Les vibrations du pendule simple dont on se servait, étaient fort petites, et duraient fort sensibles jusqu'à cinquante-deux minutes de temps, et ont été comparées à celles d'une horloge très excellente, dont les vibrations marquaient les secondes de temps.

Il semble que Richer ait réalisé l'importance de cette observation, et le soin avec lequel il l'a obtenue lui a permis de l'affirmer avec certitude. Cependant, il n'avança aucune explication, même dans la publication de ses mémoires plusieurs années après son retour. Certains contemporains mentionnèrent l'expansion du métal sous l'effet de la chaleur. Il fallut attendre encore plusieurs années pour que la forme aplatie de la Terre soit reconnue comme la véritable explication. Cette observation fortuite, faite par Richer dans une cabane recouverte de feuilles de palmier, allait servir d'argument à Newton et aux partisans de l'hypothèse d'une Terre aplatie aux pôles. Dans ses *Principia* qui posent les bases de la physique moderne en 1687, Newton cite l'observation de Richer : *Or, plusieurs astronomes, envoyés dans des pays lointains pour y effectuer des observations astronomiques, ont constaté que les horloges à pendule se déplacent plus lentement près de l'équateur que sous nos climats. Et tout d'abord, en l'an 1672, M. Richer s'en rendit compte dans l'île de Cayenne ; car au mois d'août, observant les transits des étoiles fixes sur le méridien, il constata que son horloge était plus lente qu'elle ne devait l'être par rapport au mouvement moyen du soleil à raison de 2m 28s par jour. [...] M. Richer a répété ses observations, faites dans l'île de Cayenne, toutes les semaines pendant dix mois, et a comparé les longueurs du pendule qu'il avait notées sur les barres de fer avec les longueurs qu'il avait observées en France. Cette diligence et ce soin semblent avoir fait défaut aux autres observateurs. Si l'on se réfère aux observations de ce monsieur, la Terre est plus haute sous l'équateur qu'aux pôles, et cela par un excès d'environ 17 miles, comme l'a montré ci-dessus la théorie.*

Il faut noter que Newton rapporte non seulement le résultat de l'observation,



mais aussi, pour convaincre ses lecteurs, l'extrême soin avec lequel Richer l'a réalisée, en faisant allusion à d'autres missions dont les mesures sont moins conformes à la théorie, et qui ont justement été faites avec moins de soin.

Une mission presque impossible

Bien que l'Académie ait eu la maturité intellectuelle de concevoir cette mission et de la planifier de manière à assurer les meilleurs résultats, le succès de la mission était hautement improbable en raison d'une conjonction de facteurs.

- Richer était inexpérimenté. Les explorateurs tels que Bougainville et La Pérouse, qui se sont vus confier d'importantes expéditions au siècle suivant, étaient des marins expérimentés. En revanche, Richer n'avait aucune expérience des longs voyages ou des séjours dans les pays tropicaux.
- Comme nous l'avons noté plus haut, il s'agissait de la première mission d'un astronome vers des terres lointaines. On apprend toujours de l'expérience des prédécesseurs, mais Richer n'avait aucun exemple à suivre et devait tout inventer.
- Le climat de la Guyane est très peu propice aux observations astronomiques. Outre l'obstacle que constituaient les nuages pour l'observation du ciel, les pluies fréquentes ont dû rendre la vie quotidienne très difficile, détériorer les équipements et favoriser la prolifération des moustiques, vecteurs de maladies comme celle qui a causé la mort de Meurisse et le retour prématuré de Richer malade.
- La situation économique désastreuse de la Guyane française, le coût exorbitant des produits de première nécessité, le manque d'infrastructures et la faillite de la Compagnie des Indes occidentales compliquèrent considérablement le quotidien de Richer.

Il s'agissait donc d'une mission presque impossible. Si l'Académie était consciente de ces difficultés, c'était une conscience très théorique, car aucun des astronomes ne s'était jamais rendu dans les terres équatoriales. Concentrés sur un programme d'observations astronomiques, ils ont considéré Cayenne

comme un point sur la carte, sans contingences géographiques. La décision d'envoyer une expédition à Cayenne, encouragée par le soutien politique de l'État à une époque où la Compagnie des Indes occidentales était encore digne de confiance, était un pari risqué.

En accomplissant sa mission au-delà des attentes, Richer a permis à l'Académie de gagner ce pari. D'une part, outre l'important travail préparatoire préalable, le succès de l'expédition est dû à des qualités personnelles indispensables (compétences scientifiques et techniques, persévérance, autonomie, soin et probablement une constitution physique robuste), mais il faut aussi considérer que Richer a eu beaucoup de chance. Tout d'abord, étant donné la fréquence des guerres et des épidémies en Guyane, il a eu de la chance de revenir vivant. Quant aux conditions météorologiques, généralement défavorables tout au long de l'année, il est heureux que l'opposition de Mars, qui permet la mesure la plus précise de la parallaxe, se soit produite en octobre, c'est-à-dire pendant la courte saison sèche. On peut également supposer, au vu de l'abondance et la qualité des mesures qui ont fait le succès de sa mission, qu'il n'a subi aucune agression ou acte de vol ou de vandalisme sur ses instruments, ce qui aurait annihilé ses efforts, contrairement à l'expédition de Godin au Pérou au siècle suivant, dont les installations étaient régulièrement saccagées sur les stations de la triangulation. La chance de Richer n'a pas diminué son mérite personnel, mais a joué un rôle important dans le succès de sa mission, largement sous-estimé dans la littérature scientifique. Seul Olmsted (1942) qualifie Richer de *"rather lucky"*, mais sous-estime le fait que le succès de la mission a été un énorme coup de chance.

Bien que la mission ait été presque impossible, son succès en a fait un standard, suggérant que ses résultats représentaient ce que l'astronomie française était capable de produire en 1672. Cette restitution trompeuse peut être liée au fameux biais de survie, c'est-à-dire une erreur d'échantillonnage qui consiste à baser l'analyse statistique sur les cas de réussite, en ignorant les

échecs parce qu'ils sont moins visibles, ce qui conduit à surestimer les chances de réussite. Le biais de survie, qui consiste par exemple à affirmer que les bâtiments anciens étaient très solides puisqu'ils sont encore debout (en ignorant la grande majorité qui se sont effondrés), conduit à des interprétations erronées dans de nombreux domaines scientifiques. S'il avait échoué, si Richer avait succombé à une agression ou à une maladie, ou si la pluie avait compromis les mesures, il n'aurait pas obtenu de résultats : c'était le scénario le plus probable. Dans ce cas, l'histoire n'aurait aucune raison de parler de cette mission ratée, contrairement aux missions qui ont échoué de façon beaucoup plus spectaculaire, comme celles de Le Gentil ou de La Pérouse au XVIII^e siècle, ou qui ont atteint un objectif différent de celui qui était prévu à l'origine, comme les voyages de Colomb ou de Cartier qui cherchaient à atteindre l'Asie en naviguant vers l'ouest et qui ont finalement découvert un nouveau continent.

On peut tout au plus atténuer cette hypothèse en rappelant que la mission de Richer s'est déroulée sous l'égide de l'Académie des sciences. Cette institution aurait gardé le souvenir de l'échec dans ses archives et en aurait probablement tiré des leçons, tant sur le plan scientifique que logistique, et aurait organisé une autre expédition, dans de meilleures conditions, pour plaire à Colbert et au roi, pour résister à la concurrence britannique, et pour l'avancement de la science, d'autant que l'Académie a souvent été chargée d'organiser des expéditions scientifiques lointaines jusqu'au XIX^e siècle. Puis, un autre astronome, ailleurs, quelques décennies plus tard, aurait mesuré la parallaxe de Mars et noté le retard du pendule, et le nom de Richer n'aurait jamais été entendu en dehors du cercle étroit des historiens de l'astronomie.

Ainsi le succès inattendu de Richer a partiellement occulté les difficultés qui auraient pu compromettre sa mission, et a conduit à un discours biaisé sur le rôle de cet astronome dans l'histoire des sciences. Par ailleurs, l'observation du retard du pendule, secondaire au moment de la mission, est curieusement passée au premier plan.

Un rôle exagéré dans l'interprétation du retard du pendule

Malgré l'abondance et la qualité des mesures astronomiques effectuées par Richer, malgré les retombées spectaculaires des mesures de parallaxe, la postérité a essentiellement retenu de la mission de Richer l'observation du retard du pendule (figure 3), qui était au départ une question secondaire et que Richer et ses contemporains n'ont pas su expliquer. Ce souvenir biaisé est basé sur une double erreur. En effet, on aurait pu croire que (1) le retard du pendule était la principale, voire la seule, observation faite par Richer à Cayenne, et (2) qu'il avait effectué cette mesure dans le cadre d'une recherche sur la forme de la Terre.

Il est un fait que la longueur du pendule était un point de détail du programme que l'Académie avait confié à Richer. Il est vrai qu'il a fait cette observation avec beaucoup de soin, avec le souci d'établissement que nous avons rappelé. Son objectif premier était de pouvoir mesurer le temps afin de dater ses observations astronomiques, mais il est probable que le soin apporté à cette observation soit également lié à une demande de Picard qui, avant 1672, envisageait d'utiliser le pendule à secondes comme étalon pour mesurer les distances. Il cherchait à estimer avec plus de précision le diamètre de la Terre, dont la forme supposée sphérique ne faisait pas encore débat. La découverte de Richer permettrait, au mieux, de mettre en doute le caractère universel de la longueur du pendule à secondes. Si elle variait avec la latitude, le modèle de longueur défini par Picard ne pouvait pas être universel et perdait tout intérêt, à moins d'identifier une variation systématique, par exemple en fonction de la latitude, qui pourrait être corrigée. La naissance d'une théorie n'attend généralement pas la fin des expériences, et Newton n'a probablement pas eu besoin des résultats de Richer pour élaborer sa théorie, qui établit notamment une relation entre la forme de la Terre et les variations du champ gravitationnel. Cependant, lorsqu'il rassemble ses arguments pour la publier, il a la chance de trouver le résultat de Richer, obtenu 15 ans plus

CHAPITRE X. OBSERVATIONS PHYSIQUES. ARTICLE I.

De la longueur du pendule à secondes de temps.

L'UNE des plus considérables Observations que j'ay faites, est celle de la longueur du pendule à secondes de temps, laquelle s'est trouvée plus courte en Cayenne qu'à Paris : car la même mesure qui avoit esté marquée en ce lieu - là sur une verge de fer, suivant la longueur qui s'estoit trouvée nécessaire pour faire un pendule à secondes de temps, ayant esté apportée en France, & comparée avec celle de Paris, leur différence a esté trouvée d'une ligne & un quart, dont celle de Cayenne est moindre que celle de Paris, laquelle est de 3. pieds 8. lignes $\frac{1}{2}$. Cette Observation a esté répétée pendant dix mois entiers, où il ne s'est point passé de semaine qu'elle n'ait esté faite plusieurs fois avec beaucoup de soin. Les vibrations du pendule simple, dont on se servoit, estoient fort petites, & duroient fort sensibles jusques à cinquante-deux minutes de temps, & ont esté comparées à celles d'une horloge très-excellente, dont les vibrations marquoient les secondes de temps.

Figure 3. Le court rapport de Richer sur le retard du pendule.

tôt, qui s'accorde parfaitement avec la nouvelle théorie. Afin d'étayer la théorie newtonienne par des données supplémentaires, d'autres missions de mesure de la longueur du pendule à secondes furent envoyées dans l'Atlantique tropical par l'Académie, pour lesquelles les résultats de Richer servaient de référence. Lors de la controverse sur la forme de la Terre au début du XVIII^e siècle, le nom de Richer fut donc largement cité par les partisans de la théorie newtonienne et de l'hypothèse d'une Terre aplatie aux pôles, y compris par Voltaire, et cette gloire posthume donna l'impression anachronique que Richer avait été l'un des artisans des recherches sur la forme de la Terre. De nombreuses publications modernes ont ensuite alimenté ce malentendu, donnant l'impression que Richer avait découvert la forme aplatie de la Terre à l'occasion d'une expérience menée dans ce but.

Ainsi, l'histoire de la mission de Richer a été largement écrite au XVIII^e siècle à la lumière des nouvelles connaissances, un phénomène classique décrit ainsi par Bachelard : *Toutes les formes nouvelles de la pensée scientifique viennent après coup projeter une lumière récurrente sur les obscurités des connaissances incomplètes.*

Conclusion

Ainsi, pendant 350 ans, la postérité a entretenu un discours biaisé sur la mission de Jean Richer, considérée comme un standard en 1672 alors qu'elle bénéficia d'un énorme coup de chance, et dans laquelle l'importance

du retard du pendule a été largement surestimée.

Ce discours trompeur a involontairement été permis par Richer lui-même, qui, au-delà d'une description factuelle de ses observations, n'a publié aucun commentaire personnel, aucun doute, aucun état d'âme. Le fait qu'il n'ait été qu'un subalterne alors que ses travaux concouraient au prestige de Cassini, l'a sans doute dissuadé de livrer ses pensées. Fontenelle, l'historien des débuts de l'Académie, n'entre pas dans les détails et son histoire, pas toujours objective, vise surtout à exalter la grandeur de la France et de son roi. Quant aux rares auteurs qui ont tenté d'identifier la contribution de Richer, comme Delambre, ils ont été limités par le manque de documentation, un facteur aggravant étant que les archives de l'Académie des Sciences correspondant à la période 1670-74 ont été perdues, si tant est qu'elles aient jamais existé. Dans ces conditions, le rôle de Richer est resté mal compris et nous avons tenté ici de clarifier les circonstances de sa mission afin d'alimenter le débat sur sa place dans la communauté scientifique et sa contribution réelle aux progrès de l'astronomie et de la géodésie. ●

Contact

Laurent POLIDORI
laurent.polidori@ird.fr

Référence

OLMSTED, J. W. *The Scientific Expedition of Jean Richer to Cayenne (1672-1673)*. Isis, v. 34, p. 117-128, 1942-43.