



La saga des Cassini

Cartographes, géographes et topographes de père en fils depuis la fin du XVII^e siècle jusqu'au début du XIX^e, les Cassini auront dessiné le territoire de la France avec une précision inégalée jusqu'alors. Ces trésors scientifiques et artistiques sont conservés à la cartothèque de l'Institut géographique national. Nous en avons extrait de merveilleux détails alpins pour les reproductions offertes en 2011 et 2012 à nos abonnés.

Premier d'une célèbre dynastie qui marquera la longue histoire de la cartographie, Giovanni Domenico Cassini naît en 1625 à Perinaldo, au nord de l'Italie, dans les montagnes de la province d'Imperia (actuelle Ligurie) qui dépend alors du comté de Nice. Il est l'astronome du pape quand le roi-soleil, qui a entendu parler de ses observations de Jupiter, Mars et Vénus, le fait venir en France, en 1669, pour diriger la construction de l'observatoire de Paris. Bientôt naturalisé (et francisé), Jean-Dominique Cassini se voit chargé, avec l'abbé Jean Picard, d'effectuer les déterminations astronomiques sur le pourtour du royaume, notamment dans les ports, pour fixer leurs coordonnées géographiques.

Quand l'astronome La Hire présente à Louis XIV, en 1682, la *Carte de France corrigée par ordre du Roy*, dont les limites sont en retrait par rapport à celles établies antérieurement par le géographe Nicolas Sanson (1600-1667), le roi plaisante : « *Ces messieurs de l'Académie avec leurs chers travaux m'ont coûté une partie de mon royaume et m'ont pris plus de territoire que tous mes ennemis réunis !* » Il continue

pourtant à financer leurs recherches. Et lorsque disparaît l'abbé Picard, qui a mesuré le méridien* entre Paris et Amiens, et supervisé l'établissement de la *Carte particulière des environs de Paris*, Cassini lui succède à la direction de l'observatoire. Il propose alors la première mesure géodésique (voir encadré page xx) du méridien de Paris, entre Dunkerque et Perpignan. Mais la disparition de Colbert (1683) interrompt ces travaux.

Jean-Dominique Cassini fait l'acquisition du château de Fillerval, près de Thury (au nord de Paris, non loin de Beauvais), où il mourra à l'âge de 87 ans. Auteur de la première carte de la Lune, il consacra sa vie à l'astronomie, découvrant quatre nouveaux satellites de Saturne ainsi qu'une rupture dans son anneau.

Quelques millimètres en plus donnent raison à Newton !

Son fils Jacques (dit Cassini II) lui succède en 1700 à la tête de l'observatoire. Il enchaîne les mesures de triangulation de Bourges jusqu'aux Pyrénées, tandis que le fils de La Hire achève le calcul de cette méridienne* entre Béthune et Dunkerque. Cassini II en tire une conclusion originale : « *La circonférence de la Terre n'est pas une figure sphérique (...). Sa surface doit avoir la figure d'une ellipse allongée vers les pôles.* » Il développe cette théorie erronée et publie les résultats de ses calculs en 1720, en désaccord avec Newton et Huygens qui prétendent que la Terre est au contraire aplatie aux pôles.

Premier d'une célèbre lignée, Jean-Dominique Cassini, dit Cassini I, devant l'observatoire de Paris. Cliché Daniel Menet - IGN.

* Glossaire

MÉRIDIEN : demi-cercle virtuel reliant le pôle nord au pôle sud, base de mesure de la latitude. Laquelle est égale à zéro à l'équateur, les pôles se situant respectivement à 90° de latitude nord et 90° de latitude sud.

MÉRIDIENNE : chaîne de triangles géodésiques répartis de part et d'autre du méridien dit de Paris, qui passe au milieu de l'observatoire. Ce dernier constituait la colonne vertébrale du premier réseau géodésique au monde, couvrant toute la France avec trois mille points de repère.



LES AUTEURS

**BERNARD BÉZES
MARC DURANTHON**

Ingénieurs divisionnaires des travaux géographiques et cartographiques de l'État, ils sont respectivement responsable actuel et ancien responsable de la cartothèque de l'Institut géographique national (IGN).





L'art de mesurer la Terre

La géodésie est la science qui étudie la forme de la Terre. Depuis les Grecs, on sait que celle-ci est ronde comme une orange. Deux cents ans avant Jésus-Christ, Ératosthène a même donné la mesure de sa circonférence avec une incroyable précision. Il faudra attendre le XVIII^e siècle pour améliorer cette estimation. L'abbé Picard calcule la longueur du méridien, sur une amplitude de un degré de latitude, entre Paris et Amiens, en utilisant la triangulation inventée par le géographe hollandais Gemma Frisius (1508-1555). Pour ce faire, il mesure tous les angles d'une chaîne de treize grands triangles reliant ces deux villes avec des instruments de visée (appelés quarts de cercles) installés au sommet des clochers. Grâce à une formule trigonométrique simple, il peut calculer ensuite,

de proche en proche, les coordonnées de tous ces points en connaissant la longueur d'un seul côté d'un seul triangle. D'où l'utilisation des perches en bois pour mesurer la base dite de Picard, choisie sur une longue route horizontale en ligne droite de plus de 11 kilomètres. Il obtient enfin, par des calculs géométriques, la longueur d'un degré de méridien à la latitude moyenne de Paris. Par comparaison entre cette valeur et celles observées à Dunkerque et à Perpignan, Cassini II en déduit que l'orange terrestre ressemble plutôt à un citron qu'à une mandarine, comme le prétend Newton par déduction de sa théorie de la gravitation universelle. Car l'aplatissement supposé de la Terre, que ce soit aux pôles ou à l'équateur, influe en effet sur le rayon de courbure terrestre et donc sur la longueur d'un degré de méridien.

En 1733, il est chargé de poursuivre la triangulation générale de la France. Il mesure la perpendiculaire à la méridienne de Paris, entre Saint-Malo et Strasbourg, et ses résultats confirment sa théorie. Pour trancher la controverse, l'Académie envoie une expédition au Pérou, afin de mesurer un arc de méridien proche de l'équateur. Elle ne reviendra que huit ans plus tard, après bien des aventures ! Une autre expédition est envoyée en Laponie, pour effectuer la mesure du méridien à proximité du pôle. Les résultats qu'en rapporte le mathématicien et naturaliste Pierre-Louis Moreau de Maupertuis établissent de façon formelle l'aplatissement de la Terre aux pôles.

Il ne reste donc plus qu'à vérifier la méridienne de Paris. Une tâche confiée en 1739 au fils de Cassini II, César-François (dit Cassini III, ou Cassini de Thury), âgé de 25 ans mais déjà membre de l'Académie des sciences, et à l'abbé La Caille, astronome réputé. Les calculs issus des nouvelles observations mettent en évidence une erreur de six toises (environ douze mètres), sur presque six mille toises : Picard avait mesuré la route royale rectiligne entre Villejuif et Juvisy avec des perches en bois de quatre toises... trop courtes en fait de quelques millimètres. Une petite erreur qui a été multipliée par le nombre de fois (mille quatre cent quinze) où les perches avaient été alignées pour la mesure. Cette vérification confirme sans équivoque qu'Isaac Newton avait raison.

« Carte de France corrigée [en rouge] par ordre du Roy sur les observations de Messieurs de l'Académie des Sciences ». Les calculs de l'astronome La Hire, qui présente la carte à Louis XIV en 1682, apportent de notables corrections aux limites du royaume par rapport à la carte établie par Nicolas Sanson quelques décennies plus tôt. Ce qui pousse le roi à financer les travaux cartographiques du nouveau directeur de l'observatoire de Paris, Cassini I. Et Louis XIV de plaisanter : « Ces messieurs de l'Académie avec leurs chers travaux m'ont coûté une partie mon royaume et m'ont pris plus de territoire que tous mes ennemis réunis ! » Collection IGN.

Graphomètre à lunette de Langlois (1780). Inventé au XVII^e siècle, cet instrument sert à effectuer des mesures d'angles, à l'aide d'une règle pivotant sur un demi-cercle gradué, la boussole servant à orienter l'instrument tandis que la lunette permet de viser avec précision. Photo : Daniel Menet, collection IGN.



Vers 1740, mesure d'une base de la triangulation à l'aide de perches alignées. Il faut en effet connaître la longueur précise d'un côté d'un triangle pour pouvoir calculer grâce à la mesure des angles, selon une formule trigonométrique, la longueur des autres côtés. Gravure extraite de l'ouvrage La Méridienne de Paris vérifiée dans toute l'étendue du Royaume par de nouvelles observations, par Cassini de Thury, 1740. Collection IGN.

Sur le terrain, un travail de titan

Plus rien n'empêche de poursuivre la triangulation générale de tout le royaume, conduite par Cassini III et son cousin Maraldi, ainsi que l'abbé La Caille. Quatre méridiennes, parallèles à celle de Paris, et sept perpendiculaires à ces méridiennes sont observées et mesurées, essentiellement par leurs angles, grâce au principe de la triangulation. Ces chaînes distantes de quelque 120 kilomètres divisent la France en grands quadrilatères. Un travail de titan sur le terrain, qui demandera trois bonnes années et devra faire face à de nombreux problèmes : obstacles à contourner, notamment les montagnes et les forêts, difficultés pour trouver les points de repère nécessaires à leurs observations, ce qui les oblige à construire des signaux en pierre pour les visées, sans oublier la méfiance des habitants qui craignent que ces relevés ne servent au calcul de nouveaux impôts.

La carte générale des triangles est enfin présentée à Louis XV en 1744 : pour la première fois au monde, un réseau de trois mille points de repères géodésiques, tous reliés entre eux, couvre un aussi vaste pays ! Par cette œuvre, les Cassini affirment la primauté des mesures géodésiques sur les observations astronomiques.

Deux ans plus tard, Louis XV envoie Cassini III réaliser une carte géométriquement exacte des champs de bataille de Flandre, appuyée sur une triangulation géodésique préalable. Conquis, le roi le charge alors de lever de la même façon la carte de son royaume. Un projet ambitieux, qui s'inscrit dans une volonté absolutiste et centralisatrice.

L'échelle sera d'une ligne pour cent toises, soit 1/86 400. La dimension de chaque feuille est fixée à 40 000 toises d'ouest en est et 25 000 toises du nord au sud, soit un peu moins de 80 x 50 kilomètres représentant 90 x 56 centimètres sur le papier, soit cent quatre-vingts feuilles. Cassini pense pouvoir faire lever dix cartes par an, d'où un délai de dix-huit ans pour la totalité. Il en faudra plus de quarante... et il n'en verra point la fin ! Mais le relief de la France est plus mouvementé que celui de la Flandre, ce qui rend les calculs plus complexes. On doit aussi former du personnel spécialisé, ingénieurs, vérificateurs, graveurs, et il s'agit, outre les aspects mathématiques, de relever les toponymes car il importe à Cassini de fixer avec précision les noms des fleuves, des montagnes, des routes, des villages, etc. D'où une masse