

Sophie Kowalevski

une mathématicienne à deux idées...

Michèle Audin

IRMA, Université de Strasbourg

Weierstrass à Fuchs, 27 juin 1874

[...] je n'attendais rien de différent de ce qui se passe dans le cas des équations différentielles ordinaires.

[...] je pensais qu'une série entière en plusieurs variables qui satisfait formellement une équation aux dérivées partielles devait toujours être convergente quelque part et donc représenter une fonction qui satisfait vraiment l'équation.

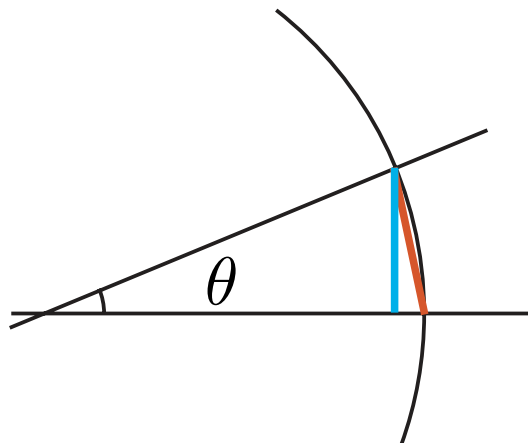
Ce n'est pas vrai, comme vous pouvez le voir [...] Ceci a été découvert, **à ma grande surprise** par mon élève, complètement indépendamment

[...] j'admire beaucoup le moyen apparemment simple qu'elle a trouvé pour surmonter cet obstacle et que je considère comme la preuve de son flair mathématique.



Sofia Kovalevskaya
(1850–1891)

- née à Moscou en 1850
- famille de la bourgeoisie (parle français)
- précepteurs, aime les mathématiques



- “invente” le **sinus** pour lire un livre de physique
- tombe amoureuse de **Dostoïevski** (à 13 ans)



pour pouvoir partir **étudier à l'étranger**, elle contracte un mariage “blanc”

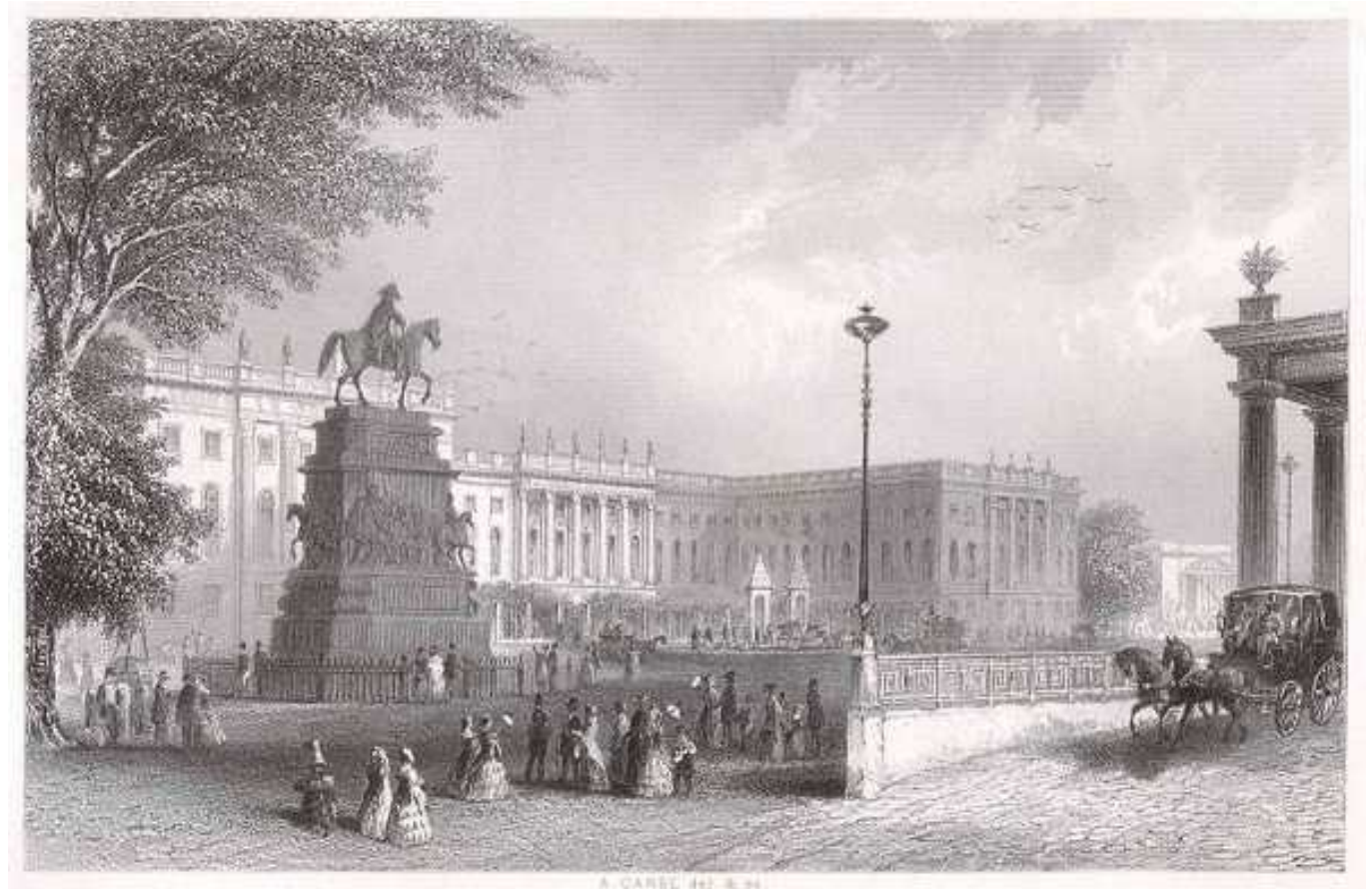
avec Vladimir Kowalevski, un jeune biologiste,
nihiliste comme elle.



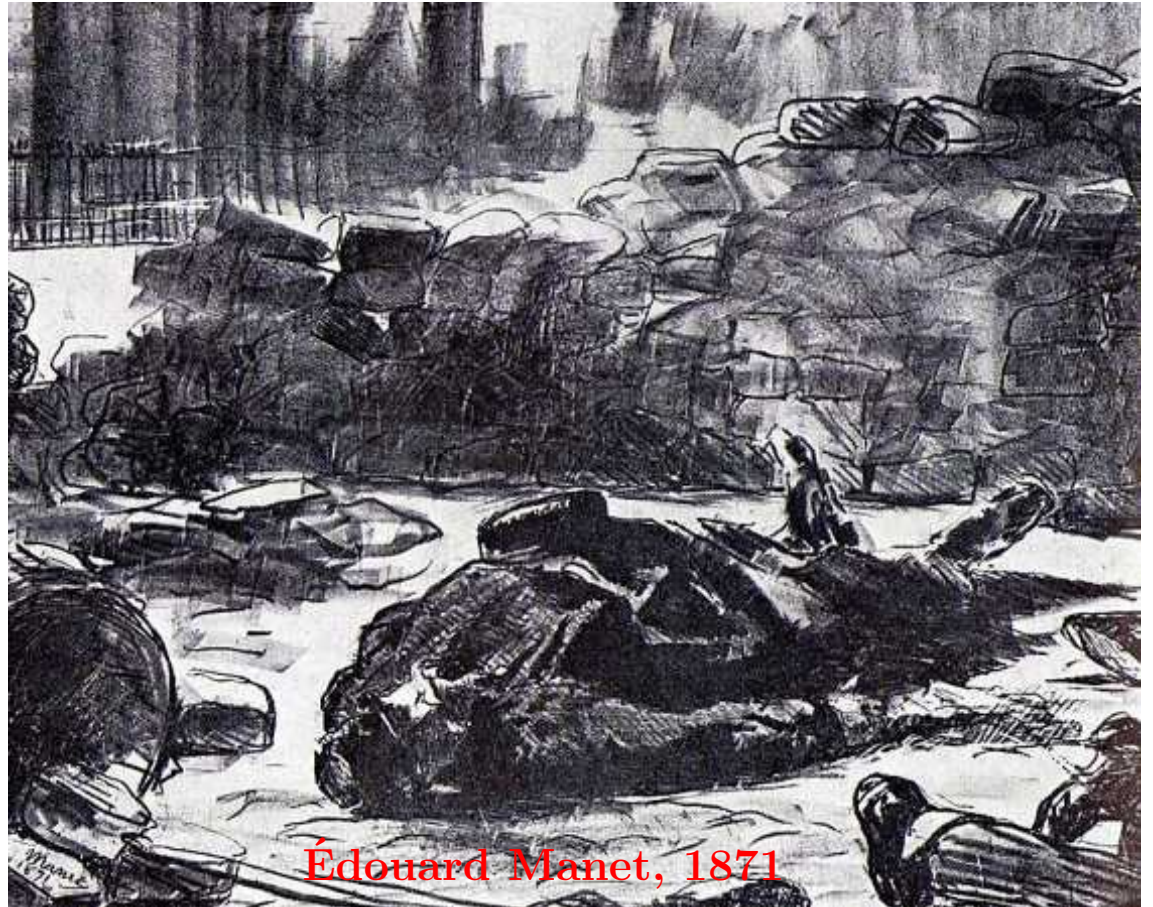
En octobre 1869, ils partent pour **Heidelberg**.

Études avec **Königsberger**
et **du Bois-Reymond**, notamment,
qui lui conseillent d'aller étudier à
Berlin,
avec le “maître” lui-même.

En 1870,
Sophie part
pour Berlin,
où **Weierstrass**
lui donne des
cours particuliers,
puisque'elle ne peut
pas assister à ses
cours à l'université.



En 1871, elle
participe à la
Commune de Paris.



Édouard Manet, 1871

En 1872, Weierstrass apprend que
son mariage n'est que de convenance
et qu'elle aura besoin de gagner sa vie.
Il décide alors
de lui faire passer une thèse.



Karl Weierstrass
(1815–1897)

La thèse de Sophie Kowalevski,

Göttingen, 29 août 1874

- Le théorème de **Cauchy-Kowalevski**

Kowalevski, Sophie, *Zur Theorie der partiellen Differentialgleichungen*, Journal für die reine und angewandte Mathematik, **80** (1875), pp. 1–32.

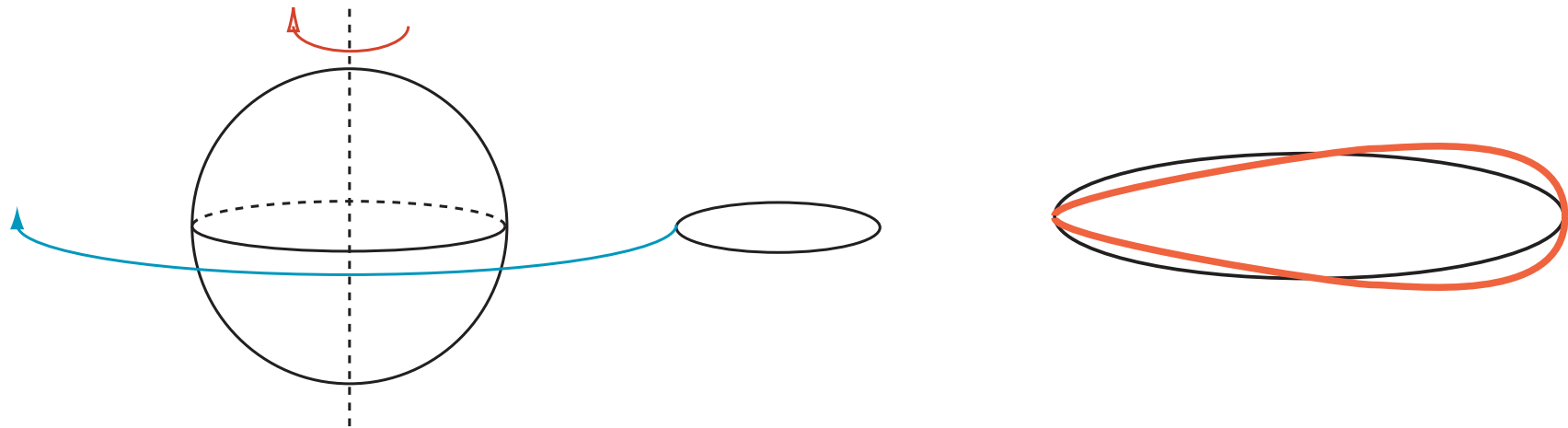
- Les **anneaux de Saturne**

Kowalevski, Sophie, *Zusätze und Bemerkungen zu Laplace's Untersuchung über die Gestalt der Saturnringe*, Astronomische Nachrichten, **111** (1885), pp. 37–48.

- **Intégrales abéliennes**

Kowalevski, Sophie, *Über die Reduction einer bestimmten Klasse Abel'scher Integrale 3tem Ranges auf elliptische Integrale*, Acta Math. **4** (1884), pp. 392–414.

Les anneaux de Saturne



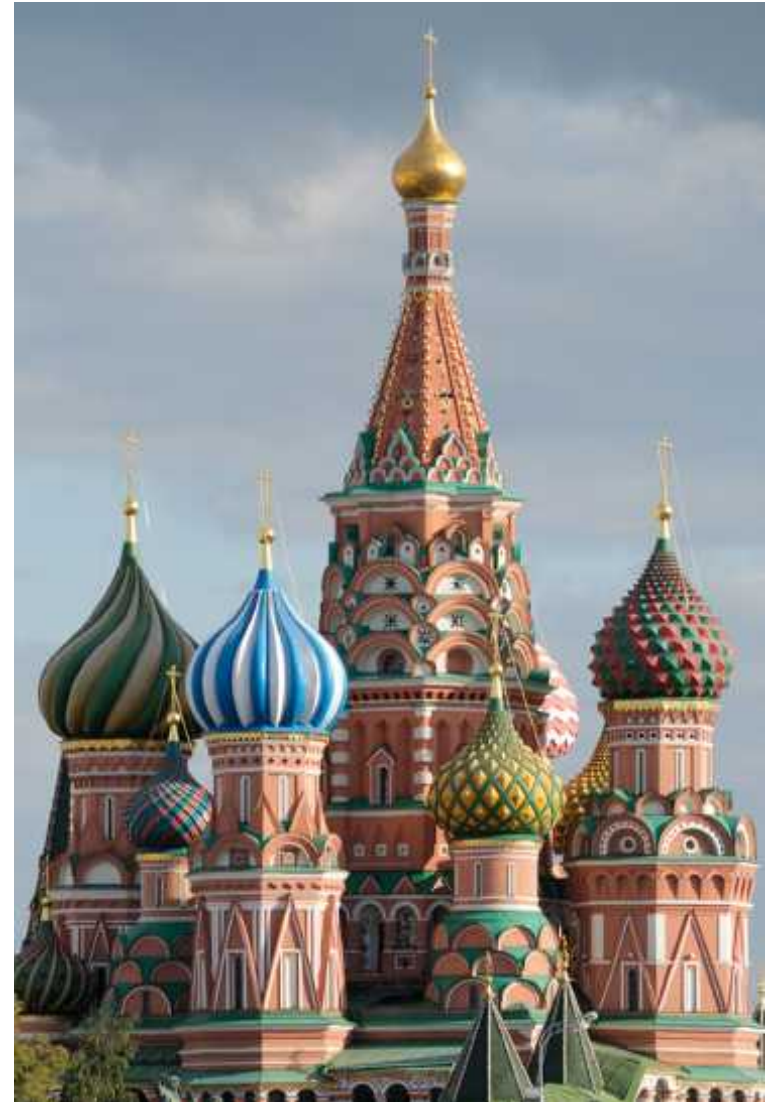
Plus tard, Mme Sophie Kowalewski, enlevée prématurément à la Science, reprend ce problème et y apporte un complément heureux. Elle fait voir que l'ellipse, trouvée par Laplace comme figure d'équilibre du torrent, se transforme en un ovale quand on a égard aux termes des ordres supérieurs.

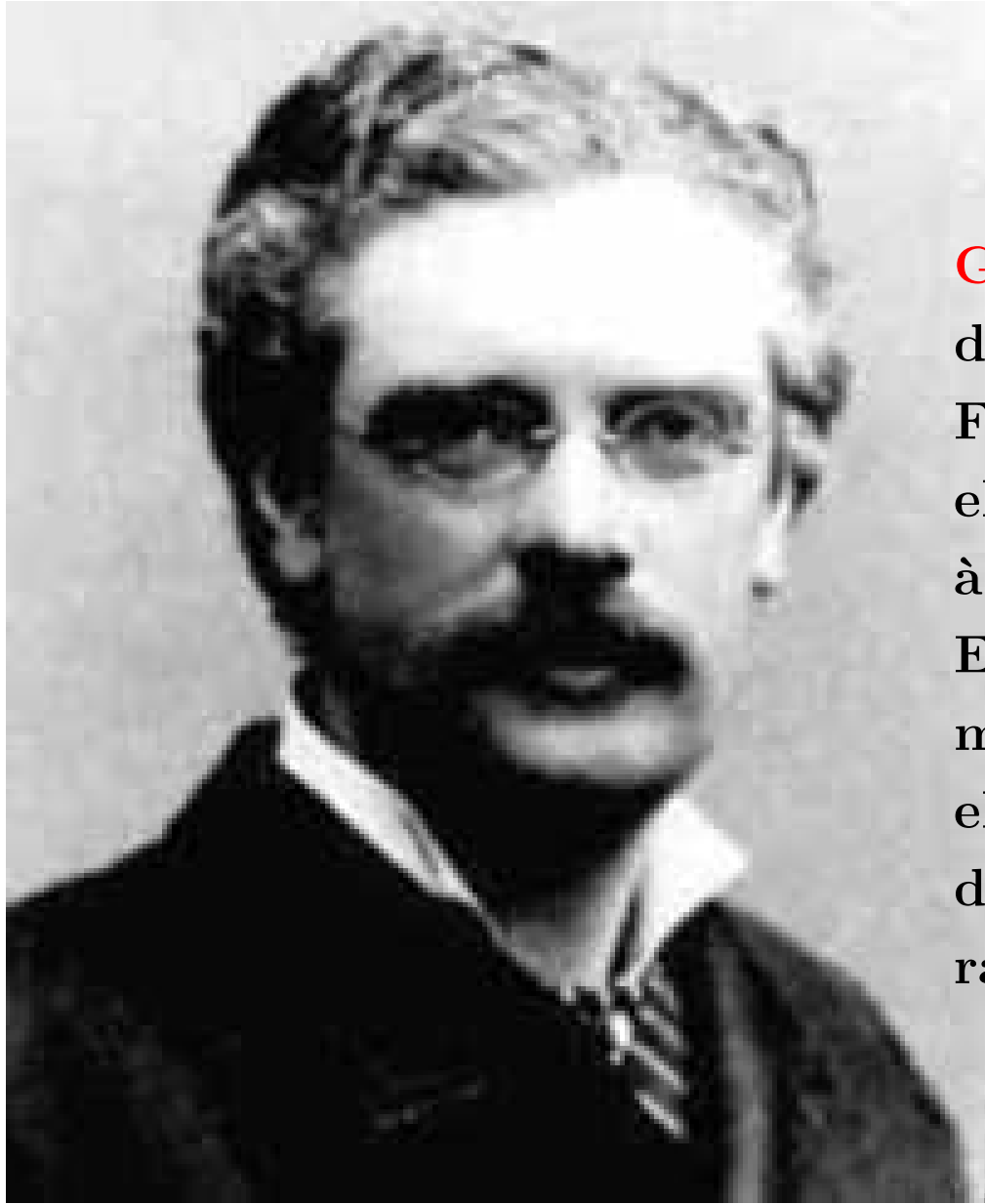
Tisserand, rapport sur la thèse de Dorothea Klumpke, 1893

En 1874, Sophie et Vladimir
rentrent en Russie.

Ils ne trouvent pas de travail,
ils ont une fille,
elle arrête de faire
des mathématiques;
ils sont assez malheureux.

En 1883, Sophie est à Paris
où elle essaie de se remettre
au travail;
à Moscou,
Vladimir se suicide.





Gösta Mittag-Leffler s'occupe
de lui trouver un poste.

Fin 1883,
elle est Privatdozent
à Stockholm.

Elle est célèbre
mais surtout
elle peut enfin travailler
dans des conditions
raisonnables.

Gösta Mittag-Leffler (1846–1927)

Une vie professionnelle... comme les nôtres

- elle démontre des **théorèmes**,
- elle donne des **cours**,
- elle s'occupe de **politique**,
- elle **voyage** pour rencontrer des collègues d'autres universités, elle assiste et contribue à des **congrès** scientifiques,
- elle participe à des **réunions** de conseils, elle écrit des **rapports** et des lettres de recommandation,
- elle a une fille,
- elle est éditrice d'une **revue** internationale (*Acta Mathematica*),
- elle est candidate à des promotions.

Son intégration dans le milieu mathématique

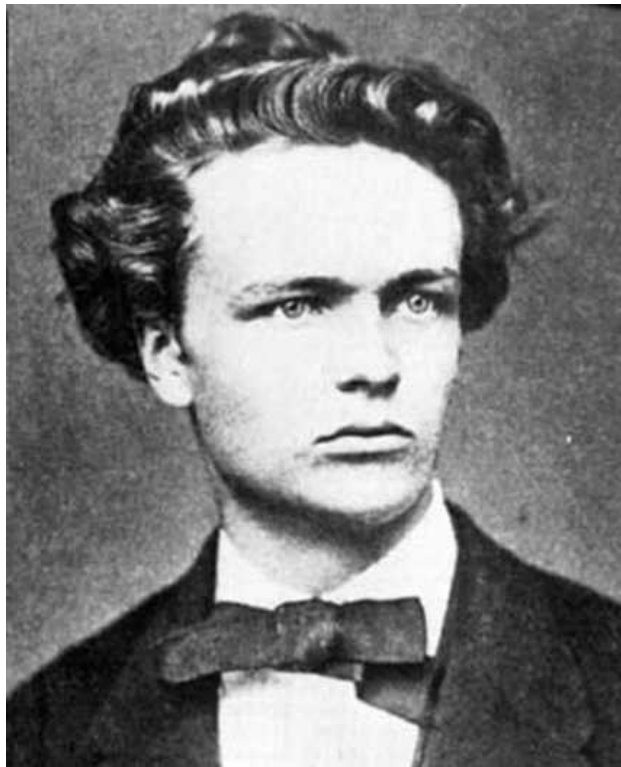


Charles Hermite
(1822–1901)

Hermite à Mittag-Leffler, 1888

En vous annonçant que le mémoire de Madame Kowalevski serait couronné par l'Académie, je vous avais demandé de garder ma communication pour vous seul, mais aujourd'hui j'ai reçu [...] la mission, qui me fait le plus grand plaisir, d'informer *officiellement* Madame Kowalevski que non seulement le prix Bordin lui est décerné, mais qu'en raison du mérite exceptionnel de son travail l'Académie [...] a augmenté la valeur du prix au moyen des fonds dont elle dispose, et l'a porté à 5 000 F.

et dans la société suédoise



August Strindberg
(1849–1912)

Une femme professeur est un phénomène pernicieux et désagréable — et même, on peut dire, une monstruosité. Les Suédois l'ont invitée simplement parce que ce sont des gens traditionnellement galants envers le sexe faible.

Lorsque l'Université de Stockholm a divisé le salaire du professeur de mathématiques pour en donner la moitié à une femme, c'était un crime — contre la justice. Et les hommes se sont réjouis.

Une mathématicienne à deux idées



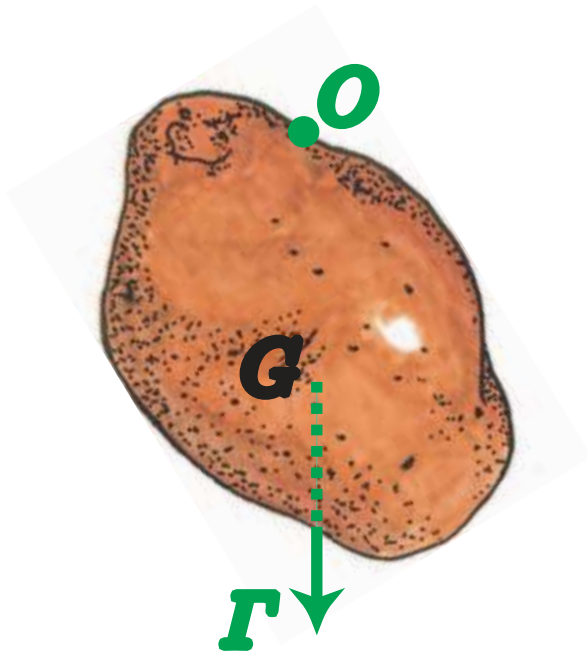
André Weil
(1906–1998)

C'était une **mathématicienne à deux idées**.

Vous savez, beaucoup de mathématiciens ont une bonne idée — ce qui est mieux que de ne pas en avoir du tout — après quoi ils l'exploitent toute leur vie. Voyez Mittag-Leffler.

Au contraire, Kovalevskaya a eu l'idée qui l'a conduite (indépendamment de Cauchy) à ce que l'on appelle **le théorème de Cauchy-Kovalevskaya**, puis, dix ans plus tard, l'idée menant à **la toupie de Kovalevskaya**.

Le problème du solide



étudier le mouvement
d'un solide
avec un point fixe O
dans un champ de pesanteur constant Γ

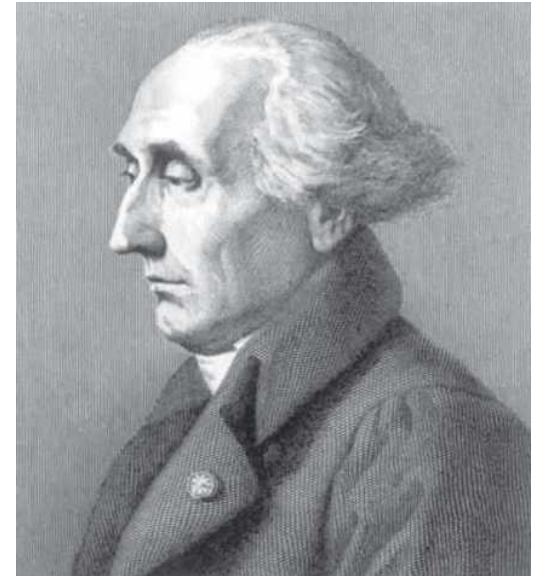
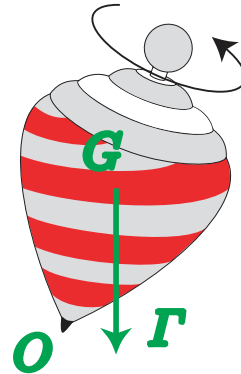
Ce que l'on savait

Le cas d'**Euler**



le centre de gravité est fixe

Le cas de **Lagrange**



le solide a un axe de révolution

Dans les deux cas, les solutions s'expriment à l'aide de **fonctions elliptiques**.

XVIIIème siècle... au XIXème siècle : un problème célèbre

Le système différentiel

$$\begin{aligned} A \frac{dp}{dt} &= (B - C)qr + Mg(y_0\gamma'' - z_0\gamma'), & \frac{d\gamma}{dt} &= r\gamma' - q\gamma'', \\ B \frac{dq}{dt} &= (C - A)rp + Mg(z_0\gamma - x_0\gamma''), & \frac{d\gamma'}{dt} &= p\gamma'' - r\gamma, \\ C \frac{dr}{dt} &= (A - B)pq + Mg(x_0\gamma' - y_0\gamma), & \frac{d\gamma''}{dt} &= q\gamma - p\gamma'. \end{aligned}$$

A, B, C , la matrice d'inertie, la forme du solide

p, q, r , le vecteur instantané de rotation

x_0, y_0, z_0 , la position du centre de gravité

$\gamma, \gamma', \gamma''$, la pesanteur

Sophie y pense depuis longtemps — 1869?



George Eliot (1819–1880)

Bref, la femme était un problème qui, puisque Monsieur Brooke se sentait l'esprit vide en sa présence, ne pouvait guère être moins compliqué que les révolutions d'un corps solide de forme irrégulière.

Middlemarch (1871)

Les Kowalevski ont rendu visite à George Eliot à Londres en 1869.

Sophie y pense depuis longtemps — 1884

Excusez-moi de vous écrire d'une manière un peu triste aujourd'hui. Je suis en effet d'une humeur ^{assez triste} après tout. Le pire est que je ne me sens aucune disposition ~~à~~ pour le travail. Je ne suis pas encore parvenue à me forcer de m'occuper d'une manière un peu sérieuse de mon cours pour le semestre prochain. - Mais j'ai beaucoup réfléchi au problème suivant: Prenons le système d'éq. ^{diff.} suivant

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= ax^2 + by^2 + cz^2 + 2d_1yz + 2e_1zx + 2f_1xy \\ \frac{dy}{dt} &= a_1x^2 + b_1y^2 + c_1z^2 + 2d_1yz + 2e_1zx + 2f_1xy \\ \frac{dz}{dt} &= a_2x^2 + b_2y^2 + c_2z^2 + 2d_2yz + 2e_2zx + 2f_2xy\end{aligned}$$

en introduisant au lieu de x, y, z des fonctions linéaires

$$\xi = \alpha x + \beta y + \gamma z$$

$$\eta = \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z$$

$$\zeta = \alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 z$$

on peut ramener ce système d'éq. ^{diff.} à un certain nombre de types plus simples.

Une lettre à Mittag-Leffler

Noël 1884

Elle est à Berlin

Il est à Paris

Elle rêve à un problème...

un système différentiel

Sophie y pense depuis longtemps — 1884

trouver un point u_0 , pour lequel l'une des quantités x, y, z ou moins devient infinie. Il faut donc tout d'abord examiner si un des système de fonctions x, y, z satisfaisant aux eq. (1) peut en général admettre des poles ou seulement des points singuliers essentiels; en d'autres mots s'il est possible de satisfaire aux eq. (1) par des séries de la forme

$$\begin{aligned} x &= x_{-m} (u - u_0)^{-m} + x_{-m+1} (u - u_0)^{-m+1} + \dots \\ y &= y_{-m} (u - u_0)^{-m} + \dots \\ z &= z_{-m} (u - u_0)^{-m} + \dots \quad (\text{ou bien même positif, quelconque}) \end{aligned}$$

ou m un nombre entier positif. On s'assure facilement que ce n'est possible que sous la dans le cas

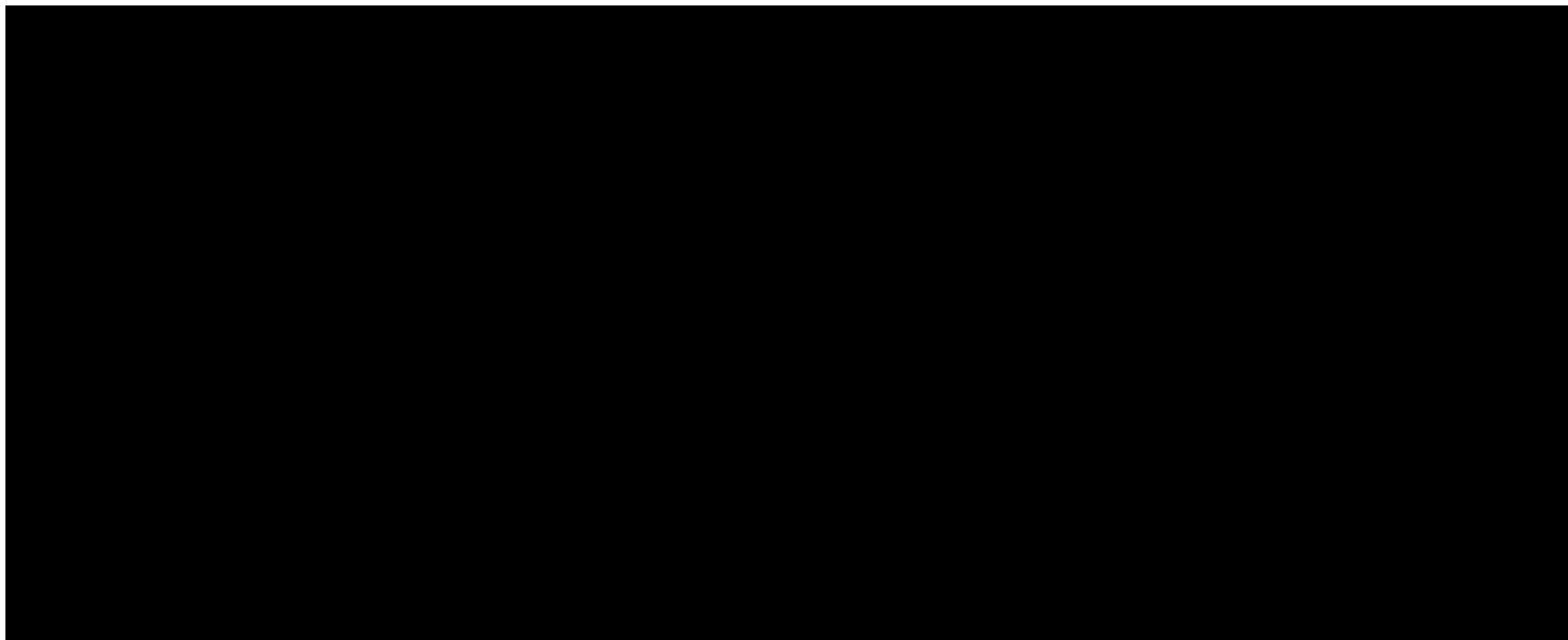
$m = 1$
et qu'alors c'est toujours possible. Chaque système de eq. de fonctions x, y, z satisfaisant aux eq. (1) de première ne peut donc admettre que des poles ou des points singuliers essentiels.

Elle cherche des solutions

méromorphes

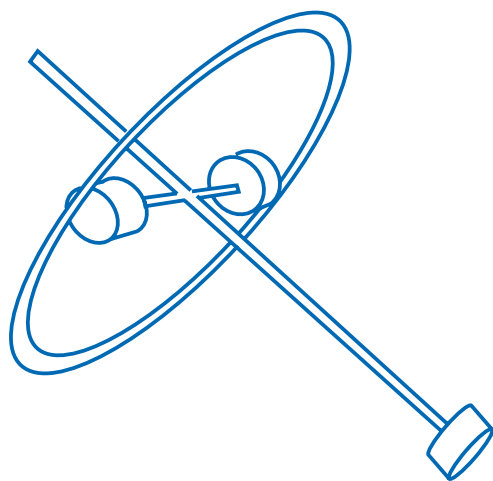
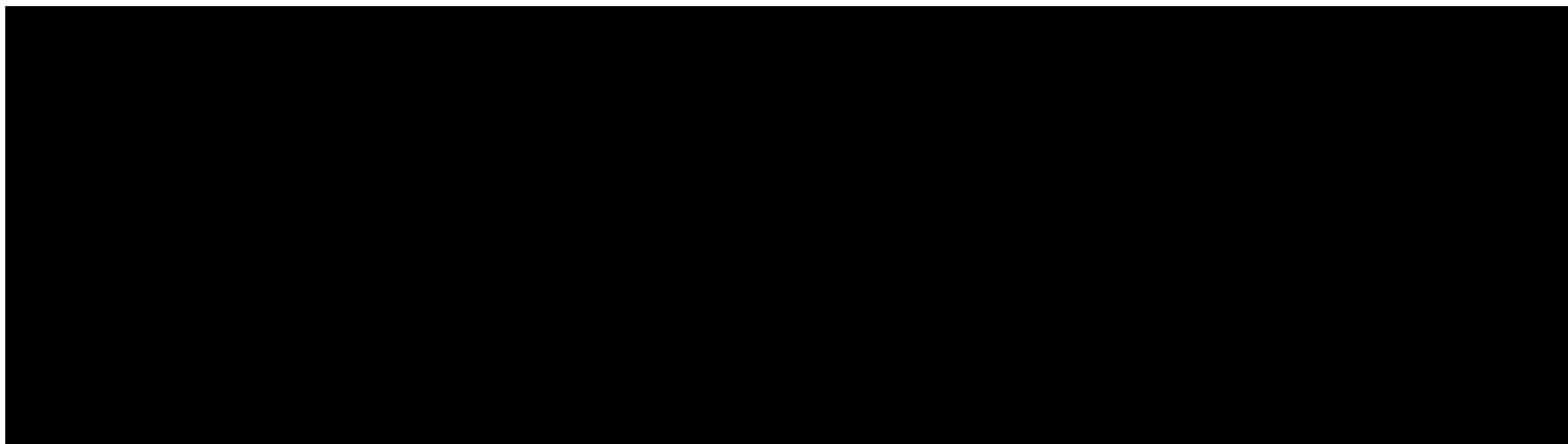
c'est-à-dire avec des singularités très simples.

C'est ainsi qu'elle attaque le problème du solide.



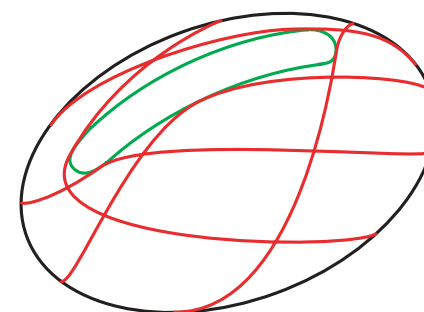
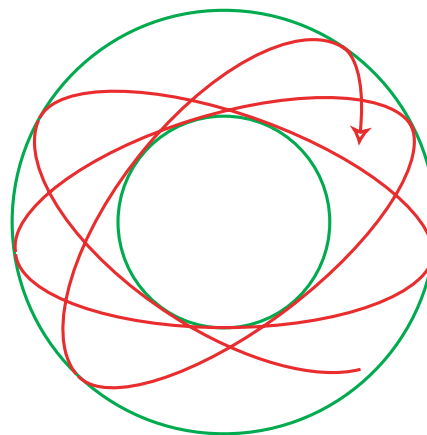
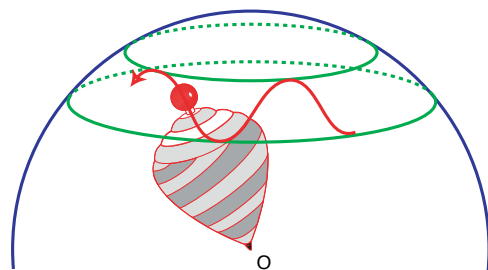
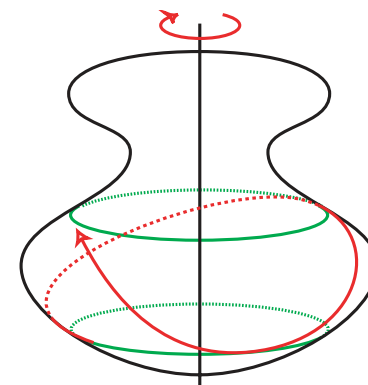
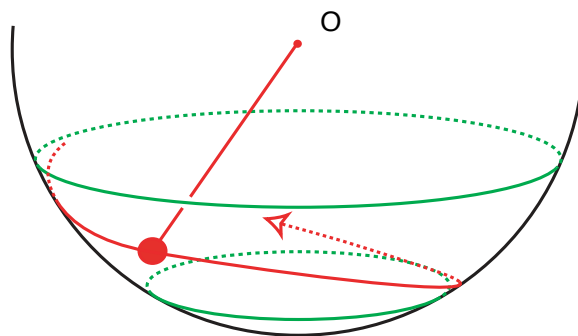
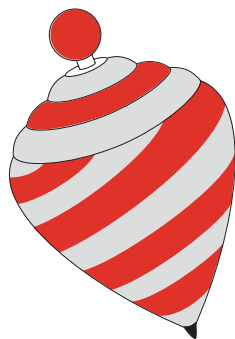
Sur le problème de la rotation...

Acta Mathematica 1889



Sur le problème de la rotation...
Acta Mathematica 1889

C'est un système *intégrable*



SOUVENIRS SUR SOFIA KOVALEVSKAYA

MICHÈLE AUDIN



COLLECTION - ORIZZONTI

CALVAGE & MOUNET



Prix Bordin de l'Académie des sciences en 1888,
poste à vie à Stockholm en 1889
elle est reconnue et célèbre.

Elle meurt d'une pneumonie
à Stockholm en 1891.