

Deux idées de Sophie Kowalevski

Michèle Audin

IRMA, Université de Strasbourg

Colloquium, Orléans, le 20 janvier 2011

Le 24 décembre 1888, à l'Académie des sciences

Messieurs, parmi les couronnes que nous allons donner, il en est une des plus belles et des plus difficiles à obtenir qui sera posée sur un front féminin.

Mme de Kowalewski a remporté cette année le grand prix des Sciences mathématiques [Bordin]. Nos confrères de la section de Géométrie, après examen du mémoire présenté au concours, ont reconnu dans ce travail, non seulement la preuve d'un savoir étendu et profond, mais encore la marque d'un grand esprit d'invention.

De qui s'agit-il?



Sofia Kovalevskaya
(1850–1891)

Madame **de** Kowalewski
Respectabilité...

Le 24 décembre 1888, à l'Académie des sciences

(suite)

Mme de Kowalewski est professeur
à l'Université de Stockholm,
où elle forme de savants élèves.

Le 24 décembre 1888, à l'Académie des sciences

(suite)

Mme de Kowalewski est professeur
à l'Université de Stockholm,
où elle forme de savants élèves.



Gösta Mittag-Leffler
(1846–1927)

Le 24 décembre 1888, à l'Académie des sciences

(suite)

Elle descend du roi de Hongrie Mathias Corvin, qui non seulement fut un grand guerrier, mais qui fut encore un protecteur éclairé des Sciences, des Lettres et des Arts.

Ce sont évidemment ces dernières qualités dont Mme de Kowalewski a tenu à hériter de son Illustre ancêtre, et nous l'en félicitons.



Sophie, née Krukovskaya,
puis Korvin-Krukovskaya,
épouse de
Vladimir Kovalevski

Ce qu'elle a fait



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

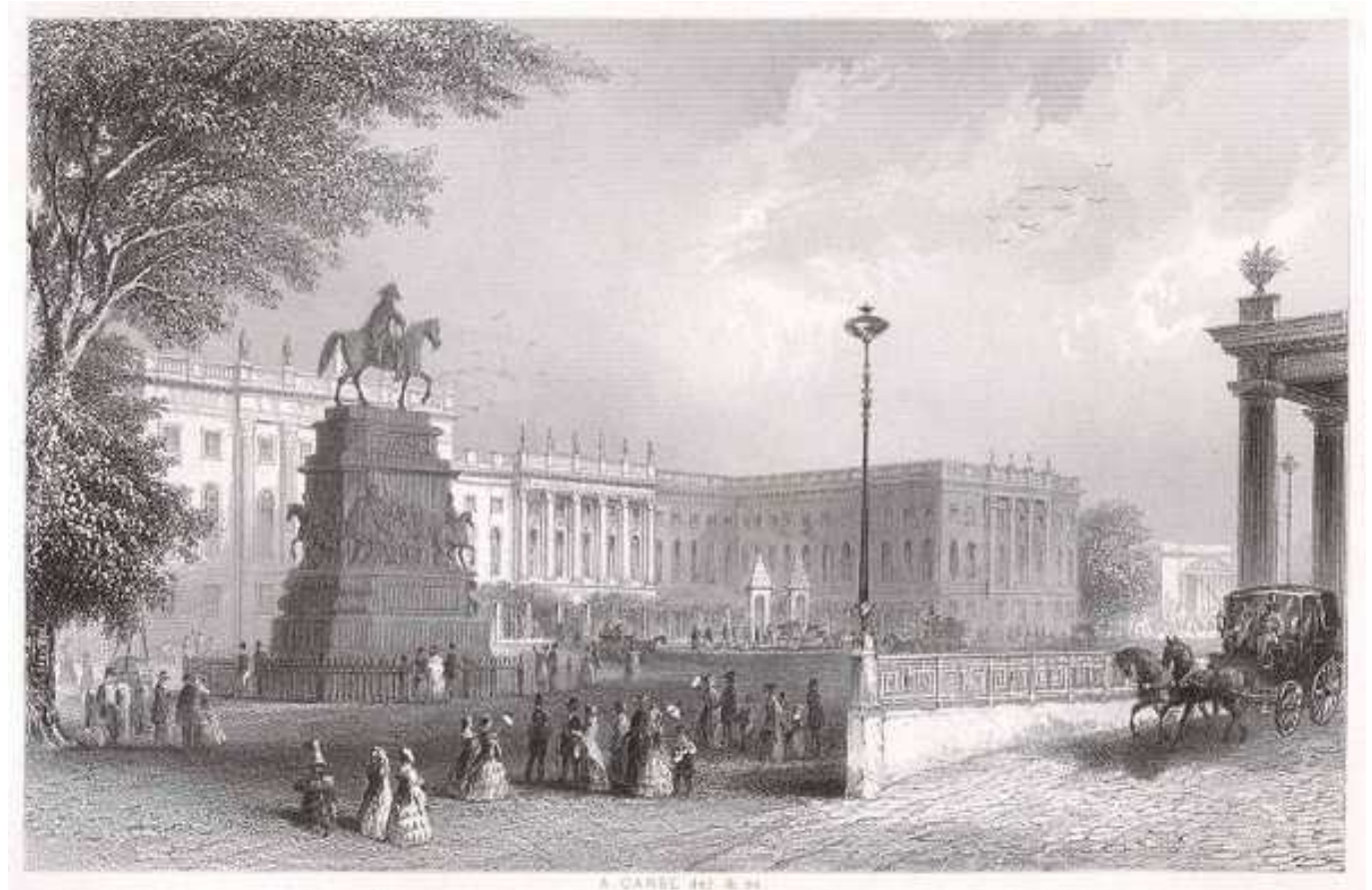
avec Vladimir Kowalevski, un jeune biologiste,
nihiliste comme elle.



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 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.

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.

Le théorème de Cauchy-Kowalevski

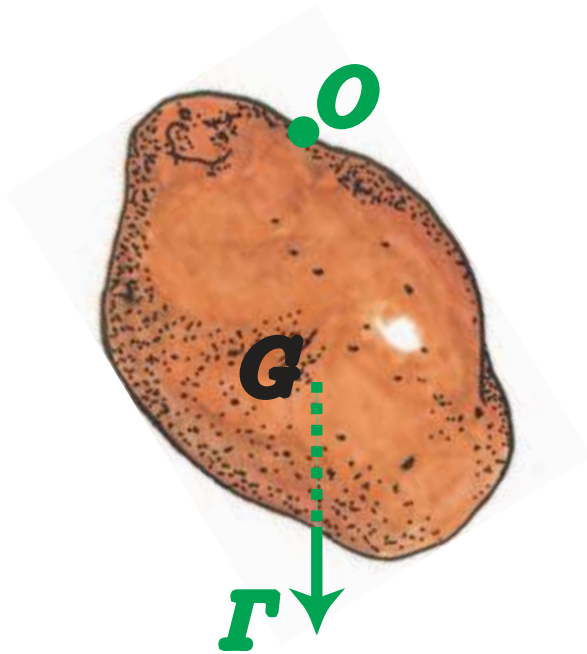
La commission du Prix Bordin

[...] Ce remarquable travail contient la découverte d'un cas nouveau dans lequel on peut intégrer les équations différentielles du mouvement d'un corps pesant, fixé par un de ses points.

L'auteur ne s'est pas contenté d'ajouter un résultat du plus haut intérêt à ceux qui nous ont été transmis sur ce sujet par Euler et par Lagrange: il a fait de la découverte que nous lui devons une étude approfondie dans laquelle sont employées toutes les ressources de la théorie moderne des fonctions.

Les propriétés des fonctions ϑ à deux variables indépendantes permettent de donner la solution complète sous la forme la plus précise et la plus élégante; et l'on a ainsi un nouvel et mémorable exemple d'un problème de Mécanique dans lequel interviennent ces fonctions transcendantes, dont les applications avaient été bornées jusqu'ici à l'analyse pure ou à la Géométrie [...]

Le problème du solide



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

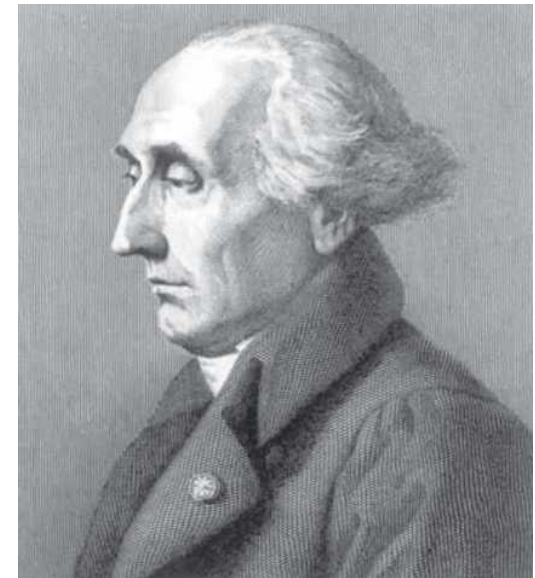
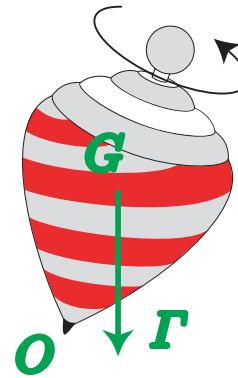
On savait résoudre

dans le cas d'Euler



le centre de gravité est fixe

et dans celui de Lagrange



le solide a un axe de révolution

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

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 ^{triste} après ^{triste} l'été. 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 rêvassé au problème suivant: Prenons le système d'éq. ^{diff.} suivant

$$\frac{dx}{dt} = ax^2 + by^2 + cz^2 + 2d_1yz + 2e_1zx + 2f_1xy$$

$$\frac{dy}{dt} = a_1x^2 + b_1y^2 + c_1z^2 + 2d_1yz + 2e_1zx + 2f_1xy$$

$$\frac{dz}{dt} = a_2x^2 + b_2y^2 + c_2z^2 + 2d_2yz + 2e_2zx + 2f_2xy$$

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. à un certain nombre de types plus simples.

Une lettre à Mittag-Leffler

Noël 1884

Elle est à Berlin

Il est à Paris

Elle rêvasse à un problème...

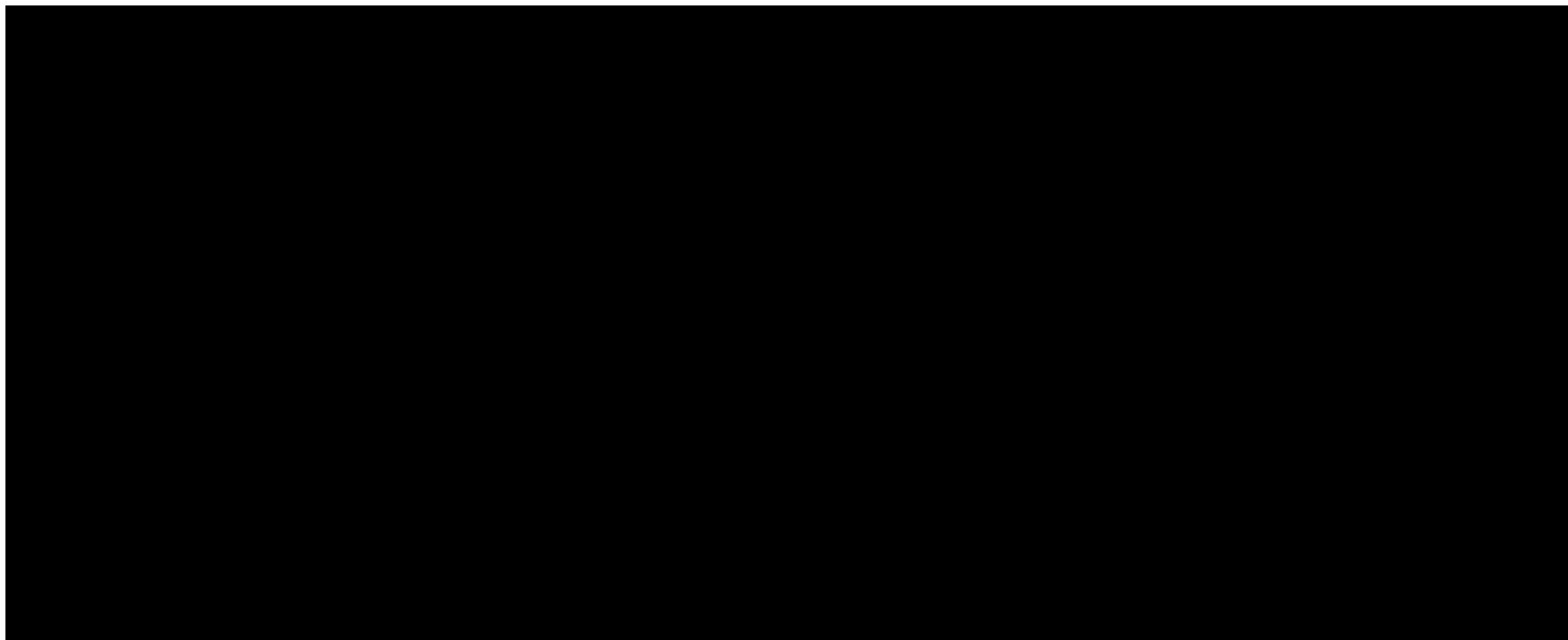
un système différentiel

$$A \frac{dp}{dt} = (B - C)qr + Mg(y_0\gamma'' - z_0\gamma'), \quad \frac{d\gamma}{dt} = r\gamma' - g\gamma'',$$

$$B \frac{dq}{dt} = (C - A)rp + Mg(z_0\gamma - x_0\gamma''), \quad \frac{d\gamma'}{dt} = p\gamma'' - r\gamma,$$

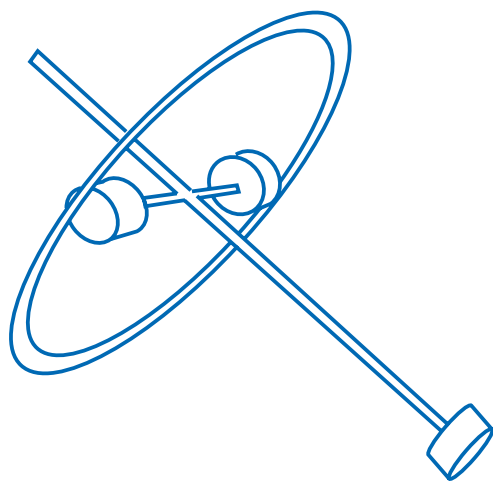
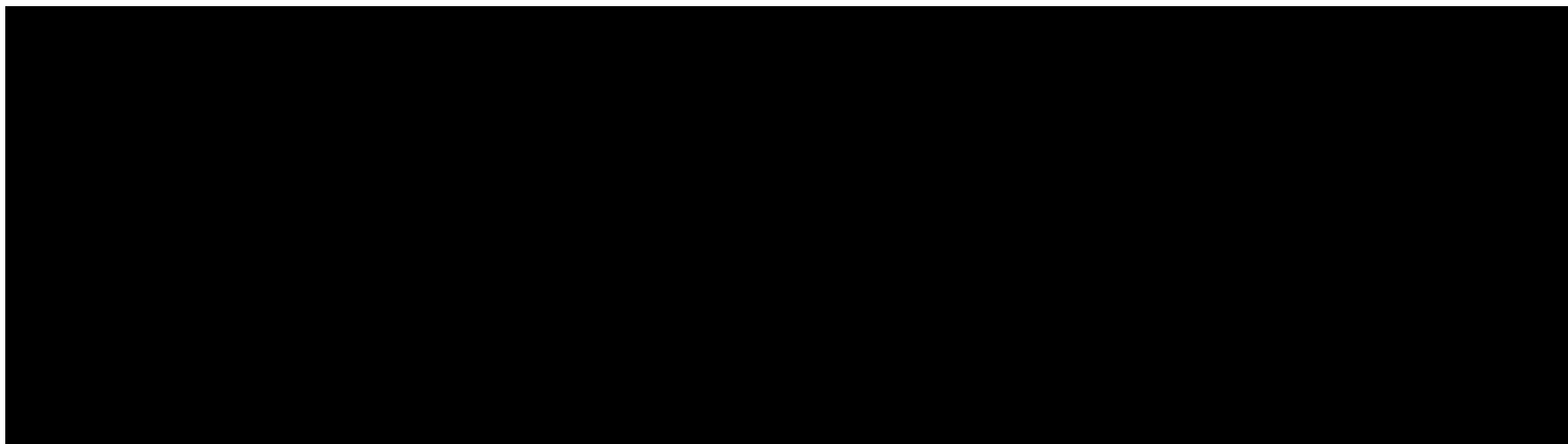
$$C \frac{dr}{dt} = (A - B)pq + Mg(x_0\gamma' - y_0\gamma), \quad \frac{d\gamma''}{dt} = g\gamma - p\gamma'.$$

La toupie de Kowalevski



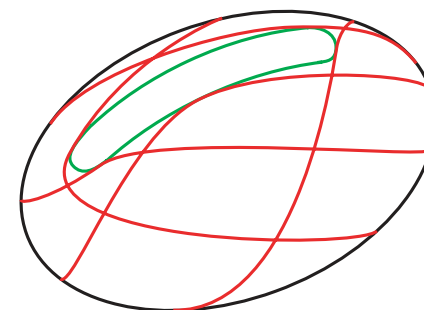
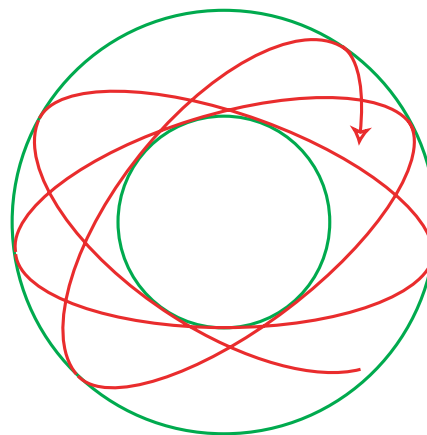
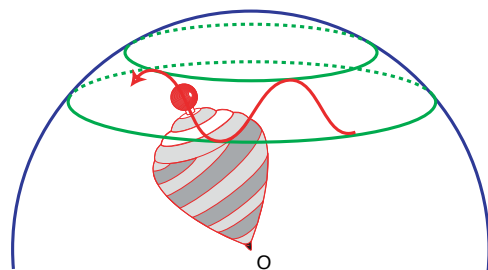
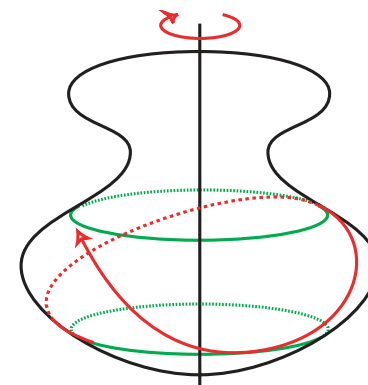
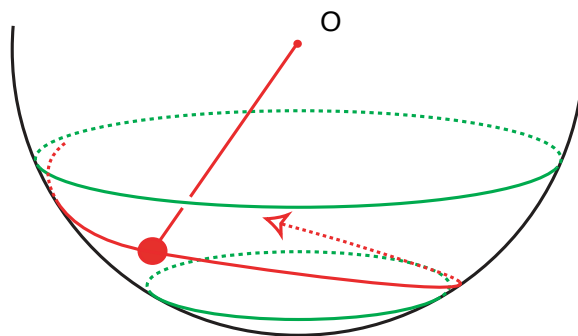
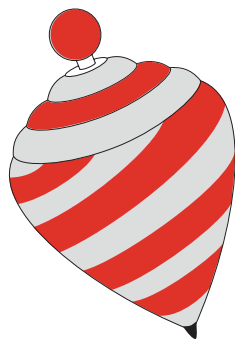
Sur le problème de la rotation...

Acta Mathematica 1889



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

C'est un système *intégrable*



Pourquoi en parler aujourd'hui?

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

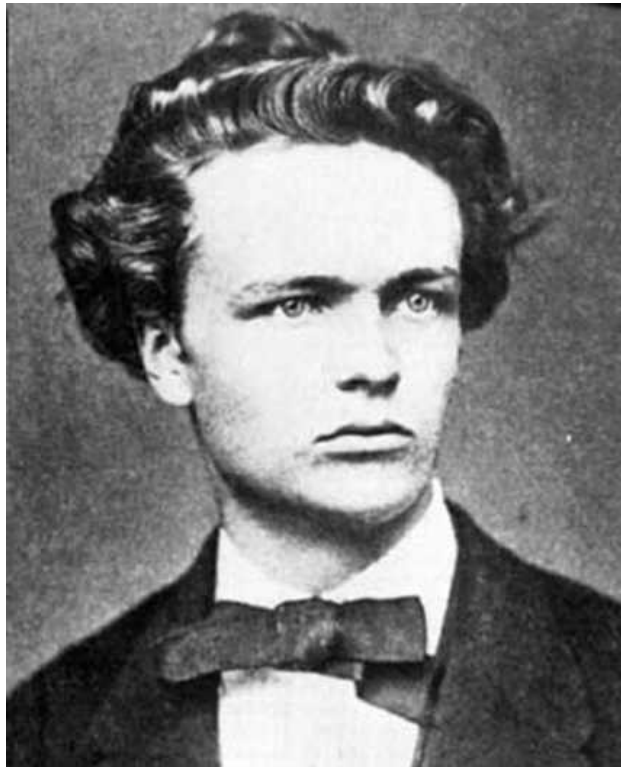


Charles Hermite
(1822–1901)

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**.