

SOUVENIRS SUR SOFIA KOVALEVSKAYA

MICHÈLE AUDIN



COLLECTION.- ORIZZONTI

CALVAGE & MOUNET





ORIZZONTI

Orizzonti

101. — Michèle Audin. *Souvenirs sur Sofia Kovalevskaya*

Souvenirs
sur
Sofia Kovalevskaya

Michèle Audin

Souvenirs
sur
Sofia Kovalevskaya

◈ Calvage & Mounet ◈

Après des études à l'ÉNS et une thèse d'état à Orsay sous la direction de FRANÇOIS LATOUR, MICHÈLE AUDIN est aujourd'hui professeur à l'Université de Strasbourg.

Spécialiste de géométrie et de topologie, elle s'intéresse aussi à l'histoire des mathématiques, des mathématiciens et des mathématiciennes.

email : maudin@math.u-strasbg.fr

<http://www-irma.u-strasbg.fr/~maudin>



Conception graphique de la couverture. — MARIE-CLAUDE VERGNE.

Les « fleurs de Sophie » et son portrait ont été aimablement fournis par REINHARD BÖLLING.

La toupie a été dessinée par RAYMOND SEROUL.

∞ Imprimé sur papier permanent

© Calvage & Mounet, 2008

*Ah ! L'heureux temps ! Dominées par les idées nouvelles, nous
étions persuadées que les conditions sociales existantes ne
pouvaient plus durer ; l'ère glorieuse d'affranchissement, de
civilisation universelle, notre rêve à toutes, semblait si proche,
si certaine !*

Sofia Kovalevskaya

*Pour les amis de Sonja, ce n'est pas sa grandeur qui leur était
précieuse. Ce qui la rendait sans égale à leurs yeux, c'est
qu'elle possédait les rares qualités dont Goethe a dit qu'un être
humain devait les rechercher :
Grosse Gedanken und ein gutes Herz*

Ellen Key

*Pourquoi ne représente-t-on donc pas la science sous les traits
d'une jeune femme avenante, délurée et décidée, poursuivant
son chemin sans se soucier du qu'en dira-t-on, sachant
s'imposer dans un monde d'hommes, aimant plaire, heureuse ?*

Françoise Balibar

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Ce que l'on trouvera dans ce livre.....	3
Images	11
I. Chronologie de Sophie	15
Généalogie.....	15
Chronologie.....	15
II. Les noms de Sophie	25
III. Histoires	29
Histoire du papier peint.....	29
Les asymptotes.....	32
Histoire du petit sinus.....	34
La pathétique histoire de la sonate.....	36
Histoire du mariage blanc.....	39
Histoire de Bunsen.....	42
Histoire du vilain chapeau.....	44
Histoire de la Commune de Paris.....	47
Histoire du retour en Russie et du suicide.....	51
Gösta, Carl et Sophie à Stockholm, histoire d'amitié....	54
Histoire des lettres mélangées.....	58
Histoire des îles danoises et de la pneumonie.....	60
Histoire des lettres brûlées.....	62
Saturne, Spoutnik, les astéroïdes, la lune.....	66
Digressions, l'histoire, la politique, les livres, les bosses, la dégénérescence, Bryn Mawr, les nombres p -adiques et Fanny Mendelssohn, en guise de conclusion.....	68

IV. La thèse de Sophie, le théorème de Cauchy-Kovalevskaya.....	71
Les trois mémoires de la thèse.....	72
Un problème de Cauchy.....	75
Qui a démontré le théorème de Cauchy-Kovalevskaya? .	80
De la rigueur (suite).....	83
Une pause Les anneaux de Saturne.....	85
V. Le solide.....	89
V.1. Ce qu'il y a dans les articles.....	90
V.2. Actualité et modernité de ce travail.....	98
VI. Une lettre à Mittag-Leffler.....	109
Description de la lettre.....	109
La lettre.....	110
Commentaires.....	116
Les mathématiques de la lettre.....	118
VII. Stockholm.....	125
Le poste de Sophie à Stockholm.....	125
La vie à Stockholm — vie professionnelle.....	131
La question du salaire.....	133
La vie à Stockholm — l'opinion.....	135
La vie à Stockholm — Anne-Charlotte Leffler.....	136
La vie à Stockholm — les amis.....	140
Acta Mathematica.....	142
Les milieux biréfringents.....	145
VIII. Une lettre à Vollmar.....	149
Pourquoi consacrer un chapitre à cette lettre?.....	149
D'où vient le texte?.....	150
Les amis de Sophie à Paris.....	151
La lettre.....	153
IX. Le prix Bordin et la réputation de Sophie.....	157
La vie parisienne.....	159
Le 24 décembre 1888 à l'Académie.....	166
Sa réputation, avant-hier, hier... et aujourd'hui?.....	169
Saut d'obstacles.....	172
Indépendance scientifique de Sophie.....	173
Sophie ou l'oubli.....	176
Une pause Des anges et des arêtes.....	177
X. Les femmes des <i>Men of mathematics</i>.....	181
Les femmes à l'index.....	182
Maître et élève.....	187

XI. Je me souviens de Sophie, par George, Gösta, Julia et les autres.....	199
XII. Moi aussi, je me souviens de Sophie.....	245
Sophie, Robert et moi.....	246
Ambiance Sophie.....	251
<i>Le cas de Sophie K</i> , de Jean-François Peyret.....	253
Le printemps de Sophie.....	255
Des histoires que je n'ai pas racontées.....	259
Une femme honorable.....	260
Bibliographie.....	263
Index.....	277

INTRODUCTION

Ce livre n'est pas un livre d'histoire. La preuve : je ne suis pas historienne. Ce n'est pas un roman non plus, puisque je ne suis pas non plus romancière. Et ce n'est pas un livre de mathématiques, même si je suis mathématicienne. C'est un livre personnel, et c'est un livre sérieux. Il y est question de choses sérieuses, du travail et de la vie d'une femme, d'une femme sérieuse, brillante, professionnelle, tenace, et de la réputation scientifique de cette femme. J'ai pris cette histoire avec humour parfois, avec jubilation souvent, avec plaisir toujours. Et avec sérieux.

La première femme ? Sofia Kovalevskaya n'est pas la première femme à obtenir un doctorat, même en mathématiques : avant elle il y a eu Maria Agnesi, au XVIII^e siècle à Bologne. Elle n'est peut-être même pas la première femme à obtenir un poste dans une université, la même Maria Agnesi l'a sans doute précédée (mais il semble qu'elle n'ait pas pris le poste et soit devenue religieuse). Nous verrons même dans ce livre l'un des plus célèbres mathématiciens suédois de notre temps confirmer (de façon plutôt ambiguë) que, oui, Sofia Kovalevskaya a bien été la première femme à obtenir un poste de professeur... en Suède. Elle n'est pas la première femme à obtenir un prix de l'Académie des sciences : Sophie Germain, une autre Sophie, une autre mathématicienne, en a obtenu un en 1816. Elle est très probablement la première femme membre du comité de rédaction d'un journal scientifique.

Pourquoi Sofia Kovalevskaya ? Elle est sans aucun doute la première femme à mener une vie professionnelle d'universitaire au sens où nous l'entendons aujourd'hui : elle démontre des théorèmes originaux qui lui valent le titre de docteur, elle

Je ne sais pas quelle était la forme ni le contenu du doctorat de Maria Agnesi. Il n'est pas complètement clair que ce que l'on appelait un doctorat était dans ce cas un travail mathématique original.

donne des cours, elle s'occupe de politique, elle croit à la responsabilité des savants, elle voyage, elle démontre d'autres théorèmes, elle participe (sans entrain) à des réunions de conseils, elle a une fille, elle est éditrice d'une revue internationale (*Acta Mathematica*), elle défend la cause des femmes, elle assiste et contribue à des congrès scientifiques, elle est candidate à des promotions, elle écrit des rapports et des lettres de recommandation, elle reste militante, elle voyage pour rencontrer des collègues d'autres universités. Comme nous le faisons au XX^e siècle, comme nous continuons à le faire au XXI^e siècle. C'est en ce sens qu'elle est proche de nous et que sa vie, son travail, et ce que l'on en dit nous touchent. Surtout si l'on ajoute qu'elle a mené sa vie professionnelle dans des conditions très difficiles et dans une grande variété de situations personnelles (mariée, séparée de son mari, veuve, mère et chef de famille).

Je voudrais aussi insister sur la profonde unité des différentes facettes de la personnalité de Sofia Kovalevskaya, brillamment résumée dans le beau titre (*A convergence of lives*) de la biographie que lui a consacrée Ann Hibner Koblitz. Le fait qu'elle ait été mathématicienne *et* écrivaine est indissociable de ses convictions politiques. Sophie était une nihiliste. Le public imaginait parfois les nihilistes comme de dangereux anarchistes (comme on disait à l'époque où le mot « terroriste » n'avait pas encore été mis à la mode par les propagandistes national-socialistes). En réalité, les nihilistes souhaitaient réformer la société, et pensaient qu'eux, hommes et femmes, égaux, devaient contribuer à l'élévation du niveau de connaissances du peuple — ce qui, dans la Russie du XIX^e siècle, n'était pas un mince programme. Je renvoie à ce sujet à l'excellente préface du livre d'Ann Hibner Koblitz [1993].

D'où est sorti ce livre ? Ma fréquentation de l'œuvre mathématique de celle que je me permets d'appeler Sophie (je m'en explique page 28) est assidue. Ma fréquentation de sa personnalité l'a été beaucoup moins (voir le chapitre XII). Sophie, son travail mathématique, son visage, sa vie, ses romans, ceux qu'elle a écrits, ceux dont on dit qu'elle les a vécus, Sophie avec toutes ses facettes est entrée en force dans ma vie à la fin de 2004, pour des raisons à la fois personnelles et mathématiques, et l'a réellement envahie après que j'ai fait la connaissance de Jean-François Peyret et de l'équipe du spectacle théâtral *le Cas de Sophie K* au printemps 2005. C'est pour pouvoir « passer à la

suite » que j'ai décidé d'écrire ce livre. Son titre vient directement de la fréquentation de cette « bande ». Que de fois ai-je entendu Jean-François Peyret dire que son spectacle donnait à voir « des souvenirs sur quelqu'un que l'on n'a pas connu ».

Ce que l'on trouvera dans ce livre

Trois parties.

– D'abord, ce qu'il faut savoir sur Sofia Kovalevskaya, quelques repères chronologiques, son identité, quelques histoires qui ont été beaucoup racontées à son sujet et que je raconte à mon tour, à ma manière. Ce sont les chapitres I, II et III.

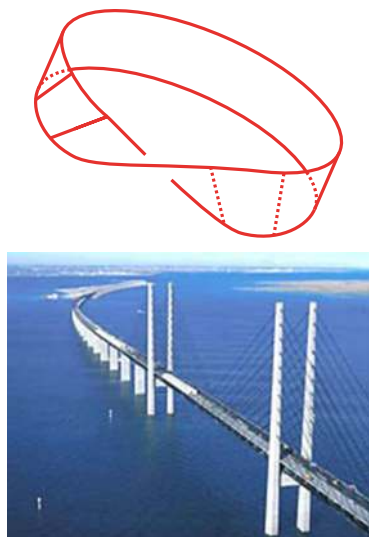
– Ensuite, ce que sont ses mathématiques. Je vais assez vite sur les trois articles de la thèse au chapitre IV. On peut très bien sauter les parties avec des formules. C'est qu'il y a des formules mathématiques dans ce livre. Il ne faut pas s'en offusquer. Souvent les formules sont belles, pour elles-mêmes, comme celles qui ornaient la chambre d'enfants chez Sophie (voir le chapitre III) et qui finirent par s'avérer utiles. À défaut — ou en attendant — de les comprendre, on pourra essayer d'en apprécier l'esthétique. Dans ce chapitre, il est question de mathématiques (des mathématiques dont je sais très bien qu'elles ne sont pas accessibles à tout public) mais pas seulement. Je me suis étendue plus longuement sur le solide au chapitre V : c'est le sujet sur lequel j'étais vraiment compétente avant même de commencer à penser à Sophie, c'est le sujet que j'ai eu le plus souvent l'occasion d'expliquer, plus ou moins à tous les niveaux, alors je l'explique, encore une fois, là aussi à tous les niveaux. Je montre ensuite au chapitre VI une lettre de Sofia Kovalevskaya qui contient des mathématiques reliées à la méthode utilisée pour la question du solide.

– Je reviens aux histoires dans les chapitres VII et IX, où je raconte comment Sofia Kovalevskaya a obtenu ses différents postes à Stockholm, la remise du prix Bordin et ce que j'appelle les malheurs de Sophie, ses malheurs posthumes, sa réputation. J'intercale, au chapitre VIII, une autre lettre, adressée par Sophie à Vollmar celle-là, qui éclaire me semble-t-il toute cette histoire. Je m'étends un peu longuement aussi sur la réputation que Sophie avait à Paris, en particulier parce que je n'ai pas su résister à la tentation de citer les délicieuses lettres d'Hermite. On lit souvent que si Sophie n'a pas la réputation qu'elle mériterait, c'est à cause de Bell, ou de Klein, ou des deux, mais

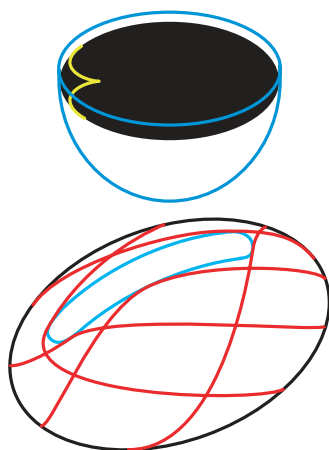
$$\begin{array}{ll} A \frac{dx}{dt} = (B - C)qr + Mg(y_1x'' - z_1x'), & \frac{dx}{dt} = vx' - \eta x', \\ B \frac{dy}{dt} = (C - A)rp + Mg(x_2y'' - y_2y'), & \frac{dy}{dt} = py'' - \eta y', \\ C \frac{dz}{dt} = (A - B)pq + Mg(x_3z'' - y_3z'), & \frac{dz}{dt} = qz' - \eta z'. \end{array}$$

$$\iint_{\Sigma} F \cdot dS = \iiint_V \operatorname{div}(F) dx dy dz$$

$$\iint_{\Sigma} F \wedge dS = - \iiint_V \operatorname{rot}(F) dx dy dz$$



0,6712789354...
 0,0956432098...
 0,7656430987...
 0,4508923986...
 0,3030495267...
 0,5634562344...



Quelques-unes des digressions
 que l'on trouvera dans ce livre...

sans trop préciser pourquoi. J'ai étudié en détail le texte de Bell au chapitre X. On trouvera celui de Klein au chapitre XI, à sa place parmi d'autres avis et souvenirs sur Sophie, que j'ai essayé de regrouper de façon un peu humoristique et contrastée, mais rigoureuse. Les « souvenirs » de ce chapitre sont des citations authentiques (aux problèmes de traduction près), mais ces souvenirs et la manière dont ils sont juxtaposés ont fait l'objet d'un choix que je revendique totalement. Dans le chapitre suivant, je raconte aussi ma rencontre, mes rencontres avec Sophie.

Il arrivait à Sofia Kovalevskaya d'interrompre son travail mathématique pour écrire, des romans ou des pièces de théâtre. On trouvera ici ou là, sous le titre « Pause » des hommages à son goût pour l'écriture. Si j'ai fondé les arguments et certains détails de ces textes sur des faits ou des commentaires puisés dans ce livre, je m'y suis aussi autorisé toutes les fantaisies, y compris la licence romanesque, les inventions, les embellissements de la réalité et les anachronismes. Ces « pauses » sont des pastiches et relèvent de ma seule imagination. J'y ai sollicité quatre écrivains qui ont affirmé un intérêt pour la science, George Eliot et Jules Verne, des contemporains de Sophie, plus près de nous Italo Calvino et enfin notre contemporaine A. S. Byatt.

Le livre n'est pas conçu pour être lu de façon tout à fait linéaire. On le trouvera peut-être difficile. Il me semble pourtant que chacun pourrait y trouver du plaisir — un peu comme lorsqu'on regarde une toupie tourner, avec un plaisir plus ou moins naïf selon que l'on soit un enfant, Lagrange ou encore Sophie. Il contient de nombreuses références internes « croisées » et est muni d'un index des personnes et des lieux qui devrait aider à s'y retrouver.

Digressions. Il y a beaucoup de digressions dans ce livre, des parenthèses, des notes infra-paginales ou marginales. Je n'ai pas su résister (je n'ai même pas essayé de résister) au plaisir d'une figure ou d'une explication mathématique, à une remarque sur le contexte.

De la rigueur. J'ai essayé d'appliquer une rigueur méthodique, qualité exigible tant d'un-e historien-ne que d'un-e mathématicien-ne. Il y aura dans ce livre assez d'exemples de « non-rigueur » pour éclairer ce que j'entends par là. J'ai été très frappée, en lisant tout ce que j'ai lu (le sérieux et surtout le moins sérieux, l'abondant moins sérieux), par le nombre d'auteurs, surtout contemporains hélas, surtout mathématiciens hélas, qui pratiquent la méthode du « J'l'ai pas vu, j'l'ai pas lu,

mais j'en ai entendu causer » — ce que je trouve inadmissible. J'ai donc cité mes sources, systématiquement, j'ai même parfois dû citer l'absence de sources. On trouvera peut-être que cette politique alourdit le texte, mais qu'y faire ?

Avertissement et sources. Comme je ne suis pas historienne, je n'ai fouillé aucune archive, je n'ai donc « inventé » aucune source nouvelle (si la lettre reproduite ici au chapitre VI est sans doute inédite en français, elle a été publiée en russe par Pelageya Kochina dans [Yushkevich 1984] et des extraits en ont été cités ici ou là, comme pour la lettre à Vollmar que l'on trouvera au chapitre VIII). J'ai bien entendu utilisé au maximum les informations disponibles et surtout les deux biographies de Sophie, celles de Pelageya Kochina⁽¹⁾ [1985] et d'Ann Hibner Koblitz [1993], le livre de Roger Cooke [1984] et les lettres de Weierstraß éditées par Reinhard Bölling [1993], des livres documentés, sérieux et rigoureux (malgré le titre stupide *Love and mathematics* de la traduction en anglais⁽²⁾ de celui de Pelageya Kochina), dont je recommande la lecture.

Il y a quand même dans ce livre deux « petites nouvelles », Nanny Lagerborg, que je n'ai vue mentionnée dans aucun livre sur Sophie, et Dorothea Klumpke, qui l'est à peine dans celui de Cooke [1984, p. 174]. C'est en relisant l'étude [Gispert 1991] d'Hélène Gispert que j'ai eu la curiosité d'aller voir qui étaient cette Finlandaise sans profession (devenue membre de la Société mathématique de France en 1890), et cette première femme docteur en mathématiques en France, et que j'ai eu la surprise de les trouver toutes deux liées scientifiquement à Sophie.

Comme je m'intéressais surtout à l'image de Sophie, j'ai lu beaucoup d'autres livres. En principe, on devrait trouver toutes les références à ces « sources » dans la bibliographie.

Traductions. Ne lisant pas couramment le russe, j'ai utilisé une traduction en français des *Souvenirs d'enfance* (autobiographiques) de Sofia Kovalevskaya [Kovalevskaja 1993]. Cette traduction date de 1895 et est reproduite dans [Détraz 1993], mais le nom du traducteur n'y est pas indiqué, pas plus d'ailleurs que celui du traducteur de [Leffler 1993]. Je



Pelageya Kochina (1899–1999)

⁽¹⁾Attention, la mathématicienne et historienne russe Pelageya Kochina apparaît ici et ailleurs sous les deux noms de Kochina et de Polubarinova-Kochina.

⁽²⁾Je n'ai malheureusement pu lire le livre de Pelageya Kochina que dans sa traduction [Kochina 1985].

l'ai parfois confrontée avec la traduction anglaise *A Russian childhood* [Kovalevskaya 1978], un texte légèrement différent (voir par exemple la note marginale page 33). Une traduction moderne en français reste à faire, ainsi d'ailleurs qu'une édition critique de ce texte comparant les différentes versions qui en existent.

Je lis encore moins bien le suédois que le russe ; j'avertis donc les lecteurs qu'il y a des doubles, voire des triples traductions dans ce texte. Par exemple, c'est moi qui ai traduit les textes de George Eliot (page 201) ainsi que celui de Sofia Kovalevskaya qui les accompagne, mais à partir d'une traduction en anglais de l'original russe⁽³⁾... Autant considérer le texte de la page 201 comme une adaptation. Toutes les citations provenant du livre de Pelageya Kochina [1985] sont (au moins) des doubles traductions, puisque j'ai utilisé la version anglaise de ce livre. J'ai essayé de ne pas laisser ces traductions produire des énormités, évitant par exemple le

Pendant la première guerre mondiale, lorsque j'étais étudiant

que la version anglaise de [Kozlov 2000, p. 1178] persiste à attribuer, comme l'avait fait la version originale russe, à Felix Klein qui était étudiant... pendant la guerre de 1870. Dans le livre [Kennedy 1983], le même Klein est présenté comme un élève de Weierstraß, à la suite aussi d'une erreur de double traduction que m'a signalée Roger Cooke.

Dans tous les cas, je me suis efforcée de préciser où j'avais trouvé le texte que j'utilisais. J'ai aussi essayé, même lorsque j'isolais une phrase, voire un membre de phrase, de son contexte, de ne pas lui faire dire n'importe quoi.

Remerciements aux institutions. Je remercie

– l'Institut Mittag-Leffler et son directeur Anders Björner pour la permission de reproduire la lettre qui fait l'objet du chapitre VI ; je précise que toutes les lettres adressées à Sophie ou à Mittag-Leffler dont des extraits apparaissent dans ce livre appartiennent à l'Institut Mittag-Leffler et qu'il en est de même des originaux des photographies de ces deux mathématiciens et de l'original du manuscrit de Sophie reproduit sur la couverture de ce livre,

– l'*Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis* (Institut international pour l'histoire sociale) d'Amsterdam, en la

En parlant de dates inexactes : on n'imagine pas le nombre d'auteurs qui croient que la Commune de Paris a eu lieu en 1870, ni de ceux qui pensent qu'on peut avoir

« passé plusieurs mois à Paris pendant la Commune ».

⁽³⁾Et d'ailleurs, le vrai original était en suédois...

personne de sa responsable de l'information pour les archives, Mieke IJzermans, pour m'avoir envoyé une copie de la lettre à Georg von Vollmar et donné l'autorisation d'en publier une traduction en français (au chapitre VIII),

– le service des archives de l'Académie des sciences de Paris, en la personne de son Conservateur, Florence Greffe, pour les informations sur le prix Bordin.

J'aime les livres, les objets-livres et je n'aurais certainement jamais eu même l'idée d'écrire un texte un tant soit peu lié à l'histoire si je n'avais pas l'habitude et la possibilité de fréquenter la riche bibliothèque de l'IRMA de Strasbourg. Il est certain que les volumes d'*Acta Mathematica* enfermés dans le coffre de cette bibliothèque ont perdu depuis que j'accomplis ce travail beaucoup de leur poussière pourtant tenace ! Ce n'est pas une raison pour que je ne remercie pas l'institution.

C'est à la bibliothèque de l'Institut Henri Poincaré à Paris que j'ai lu certains des ouvrages et articles dont je me suis servie, notamment le volume des *Comptes rendus de l'Académie des sciences* où est contée la remise du prix Bordin (voir ici le chapitre IX). La richesse de cette bibliothèque est désormais tellement accessible que c'est un véritable plaisir de s'y précipiter lors de séjours parisiens.

Je remercie donc ces deux institutions ainsi que Christine Disdier et Liliane Zweig et leurs équipes pour leur accueil et leur aide. Grâce à son réseau de connaissances et à sa confiance en Gallica, Christine a aussi réussi à obtenir certains des articles extra-mathématiques que j'ai utilisés ici.

Remerciements aux amis et collègues. Ceux qui auront lu ce texte ne s'étonneront pas que je commence par remercier Jean-François Peyret, sans qui il est plus que probable qu'il n'aurait pas existé. En plus de tout le reste, Jean-François a lu et commenté une version préliminaire, m'a incitée à en retirer des passages un peu lourds et m'a signalé des connexions et des contextes que j'ignorais ou avais négligés.

Je remercie aussi les écrivains que j'ai sollicités sans leur demander leur avis. Je dois à la vérité de signaler que c'est aussi grâce à Jean-François Peyret que j'ai lu (et rencontré) A. S. Byatt — et grâce à cette dernière que j'ai lu les romans de George Eliot (mais pas rencontré leur auteur) qui apparaissent dans ce livre. Ces rencontres ne sont pas fortuites, par exemple Sofia Kovalevskaya est évidemment, comme Frederica Potter, l'héroïne de la tétralogie d'A. S. Byatt, une « femme qui siffle ».

Le coffre de la bibliothèque de l'IRMA ne contient pas de volume des *Comptes rendus* antérieur à 1908 ; bien sûr, en cas d'impossibilité d'accès aux épais volumes poussiéreux, il y a la version numérisée sur le site Gallica <http://gallica.bnf.fr> de la Bibliothèque Nationale de France.

Les lecteurs anglophones, assistant au bouleversement d'un autre chercheur découvrant d'autres brouillons, ont pu lire *Possession* la même année (1990) que Reinhard Bölling retrouvait et décryptait la « lettre brûlée » de Sophie.

La page de formules qui sert de fond à la couverture de ce livre, avec ses gribouillis, dont certains représentent des fleurs, est de la main de Sophie. Elle appartient, je l'ai dit, comme la photo qui l'accompagne, à l'Institut Mittag-Leffler.

C'est grâce à Reinhard Bölling que ces deux documents ont pu être reproduits. Il est notamment allé cueillir les fleurs de Sophie au beau milieu d'une nuit d'été. Qu'il soit remercié, pour ça aussi !

Il y a aussi dans ce livre, de façon plus diffuse, des réminiscences d'autres textes,

- des écrivains que j'ai cités, de *Possession* [Byatt 1990], par exemple, dans l'histoire des lettres brûlées,
- voire d'autres, du Perec d'*Espèces d'espaces* [1985] dans l'histoire des astéroïdes ou de celui de *la Disparition* [1969] à bon escient page 241 (sans parler de [Perec 1978a] ou de [Senon, Evero, Eben & Trovato 1982])
- ou de la trilogie de Vallès [2006] dans l'histoire de la Commune.

Que les auteurs de ces textes soient remerciés.

Je remercie

- Dimitri et Lidia Anosov pour m'avoir autorisée à reproduire la photo d'Andrei Bolibroukh,
- Reinhard Bölling pour la copie de la lettre qu'il m'a gentiment envoyée et les réponses qu'il a apportées à toutes mes questions : sans lui, le chapitre VI n'aurait pu exister ; je le remercie aussi pour la photographie de la page 64, pour ses commentaires sur (et les erreurs qu'il m'a signalées dans) une version préliminaire de ce livre,
- Véronique Chauveau, pour ses critiques d'une version très préliminaire, disons même embryonnaire, de ce texte,
- Roger Cooke pour toutes les précisions qu'il m'a apportées, son autorisation à en reproduire certaines ici, les documents qu'il m'a envoyés, lettres, de Sophie à Gösta, de Weierstraß à Schwarz, poèmes, de Sylvester, de Sophie, et même la photo que l'on trouvera page 181, pour son enthousiasme et pour ses encouragements,
- René Cori pour sa lecture attentive, pour les nombreuses remarques amicales et les innombrables améliorations qui lui sont dues,
- Jacqueline Détraz, pour ses commentaires sur une toute première version de ce texte et pour la photo de la page 248,
- Jean-Denis Eiden pour sa lecture et ses suggestions,
- Catherine Goldstein pour sa disponibilité, les critiques qu'elle m'a faites, les informations qu'elle m'a données, les références et les copies des lettres de cet « épistolier délicieux » qu'était Hermite qu'elle m'a communiquées,
- Anna Helversen-Pasotto, pour les informations et avis qu'elle m'a donnés,
- Else Høystrup pour avoir partagé ses connaissances sur les amis danois de Sofia Kovalevskaya, et notamment pour les textes de Georg Brandes qu'elle a cherchés et fait traduire pour

moi, ainsi que pour sa lecture très attentive d'une version de ce livre,

- Eero Hyry pour son aide à propos de l'élève finlandaise de Sofia Kovalevskaya,

- Ilia Itenberg pour son aide concernant la fonte cyrillique et les noms russes,

- Clio Lacroix pour son interview [2006] de Jean-François Peyret,

- Christine Le Bœuf, un des rares contacts chaleureux que j'ai eus dans le monde de l'édition, pour ses encouragements,

- Natalia Miasnikova pour les prénoms et patronymes des auteurs russes qu'elle m'a trouvés,

- Mary-May Nielsen pour les traductions des textes de Brandes,

- Ragni Piene pour les articles qu'elle m'a envoyés et les contacts norvégiens et finlandais,

- Agneta Rahikainen, productrice à la *Svenska litteratursällskapet i Finland* (société de littérature suédoise en Finlande), pour les informations sur Nanny Lagerborg,

- Bernard Randé pour sa lecture et ses suggestions,

- Martin Raußen pour m'avoir envoyé l'article [Høystrup 2004] et m'avoir aidée à contacter son auteur,

- Peter Richter pour l'image de la toupie de Brême — j'ai redessiné celle qui tourne dans son bureau —, la photo du buste de Sofia Kovalevskaya à Bordeaux, ses remarques amicales et ses encouragements,

- Rebecca Rogers, une authentique historienne, elle, dix-neuviémiste et spécialiste de l'éducation des jeunes filles, pour sa confiance et son soutien,

- Norbert Schappacher pour m'avoir prêté plusieurs des livres que je cite ici, pour son assistance dans la lecture de l'allemand imprimé ou manuscrit, surtout celui de la lettre à Vollmar publiée ici au chapitre VIII, pour ses suggestions, son enthousiasme et son soutien,

- Robert Silhol pour ses commentaires chaleureux et pour la photo de la page 246,

- Arild Stubhaug pour les renseignements norvégiens,

- Cordula Tollmien pour les précisions qu'elle m'a données sur la lettre de Sophie à Vollmar dont elle cite un extrait dans son livre [Tollmien 1995, p. 109] et dont on trouvera une traduction complète ici au chapitre VIII.

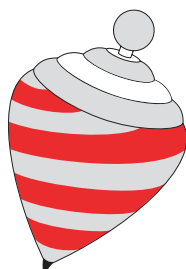
Enfin je remercie Juliette Sabbah pour la photo de concours hippique de la page 173, pour la photo du Mur des Fédérés

Le buste est dû à Jan-Erik Björk, il est en dépôt à la bibliothèque de Bordeaux, et c'est Sebastian Richter, le fils de Peter Richter qui a pris la photo que l'on voit ici page 223.

Merci, enfin et surtout, à Rached Mneimné qui a accueilli avec enthousiasme pour Calvage & Mounet un livre désespérant de trouver un éditeur, qui a supporté mes récriminations avec une irréductible patience et un conseil approprié

« Ne te fâche jamais »

que je n'ai pas toujours suivi.



qu'elle a prise pour moi un matin de juillet 2006, et pour son accompagnement musical, notamment pour les beaux préludes de Scriabine qu'elle jouait pendant que j'écrivais ce texte — il lui est même arrivé, en toute innocence, d'interpréter la *Sonate Pathétique*.

Illustrations. Les figures mathématiques ont été dessinées par moi-même, à l'exception de la toupie, due à Raymond Seroul, toupie qui m'accompagne depuis que Raymond a illustré [Audin 1996], et du beau « paysage » en couleurs de la fonction $\wp$ de Weierstraß que l'on trouvera au chapitre V et qui a été réalisé par Olivier Elchinger. Je les remercie tous les deux.

Les photographies de mathématicien·ne·s viennent du site de Saint-Andrews <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/>.

Pour ce qui est de L^AT_EX-nique, je remercie, encore une fois, Claude Sabbah, qui m'a aidée à réaliser la mise en page un peu compliquée dont j'ai eu envie pour ce livre.

IMAGES



Si les mathématiciens connaissent mal les travaux de Sofia Kovalevskaya, ils ont tous vu son portrait (en général celui

reproduit ici page 168 ou en haut à gauche de l'échiquier ci-dessus), ils sont tous capables de la reconnaître. Et elle est réputée plutôt jolie. D'autres mathématiciennes sont plutôt réputées laides. Et l'on en parle. Le fait que l'une soit jolie est plutôt un point négatif pour sa réputation scientifique puisque l'on ne saurait à la fois être une femme, une vraie femme, et une bonne scientifique. Le fait qu'une autre ait été décrétée laide l'autorise à être une bonne mathématicienne, en vertu du même principe. Sofia Kovalevskaya est une des victimes de ces préjugés. Emmy Noether en est une autre. Les lecteurs qui verraient un portrait de cette dernière pour la première fois, par exemple celui placé tout au bout à droite de la quatrième rangée (reproduit page 244), s'étonneront sans doute que la plupart des mathématiciens aient appris à y voir une femme laide et masculine. Je n'ai jamais vu que l'on reproche à Weierstraß d'avoir été laid (ce qui est discutable) ou que l'on écrive que Mittag-Leffler était plutôt mignon (ce qui est pourtant incontestable).

Voici une opinion d'une des protagonistes de ce livre (Sofia Kovalevskaya) sur le physique d'une autre (l'écrivaine anglaise George Eliot) :

Je suis absolument incapable de décrire ou d'expliquer ce qui constituait ce charme particulier et indiscutable auquel tous ceux qui l'ont approchée ont dû être sensibles [...] Tourguéniev, dont on sait qu'il est grand admirateur et connaisseur de la beauté féminine, m'a dit un jour, en parlant de George Eliot « je sais qu'elle est laide, mais quand je suis avec elle, je ne le vois pas ». Il a dit aussi que George Eliot a été la première grâce à qui il a compris que l'on puisse tomber follement amoureux d'une femme incontestablement laide⁽⁴⁾.

C'est la raison pour laquelle j'ai illustré ce livre de nombreux portraits, des portraits d'hommes et de femmes divers et variés, des mathématicien-ne-s, des écrivain-e-s et des révolutionnaires, des femmes âgées et belles, un très séduisant jeune misogyne, une belle et sérieuse jeune chimiste à lunettes, un moustachu que l'âge n'empêche pas de rester élégant, des scientifiques, des militantes, des écrivains, les confrères et consœurs de Sophie, des hommes jeunes et laids, des souriants et des sévères, des barbus russes, un Anglais à favoris, des femmes du XVIII^e siècle, des femmes statufiées, embourgeoisées ou encadrées dans des timbres postes, l'humanité diverse à laquelle nous appartenons, dont nous devrions nous souvenir que chacun d'entre nous la

⁽⁴⁾Dans [Chapman & Gottlieb 1978], retraduit par moi.

porte tout entière en lui, et dont nous ferions donc bien de nous sentir solidaires.

★

Le portrait de Sofia Kovalevskaya qui figure sur la couverture de ce livre a été réalisé par un photographe suédois (qui signait d'un monogramme inspiré de celui du peintre allemand Albrecht Dürer) en 1883 ou 1884. On en trouvera une datation plus précise par Reinhard Bölling [1991] — dans un hommage à Sofia Kovalevskaya pour le centenaire de sa mort.

Celui qui « ouvre » notre échiquier et que l'on retrouvera page 168 figure en tête du numéro d'*Acta Mathematica* où a été publiée la notice biographique [Mittag-Leffler 1892-93] et, nous dit Mittag-Leffler, c'est une

photographie datant de l'année 1887, époque à laquelle Sophie Kovalevsky était à l'apogée de sa carrière de mathématicien, de professeur et de savant.

CHAPITRE I

CHRONOLOGIE DE SOPHIE

Dans ce chapitre, je dis quelques mots des origines de Sofia Kovalevskaya (dans le paragraphe sur sa généalogie), puis je fais une liste chronologique des faits marquants de sa vie.

Généalogie

Sa mère. C'est Елизавета Фёдоровна Шуберт (1820–1879), elle est l'arrière-petite-fille de Johann Ernst Schubert, dont le fils Theodor (Фёдор Иванович), (le grand-père, donc, d'Elizaveta), avait émigré en Russie et était devenu astronome, élu à l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg. Elle est la fille de Фёдор Фёдорович Шуберт, géodésiste⁽¹⁾.

Elizaveta Fyodorovna Schubert

Fyodor Ivanovitch

Fyodor Fyodorovitch Schubert

Son père. C'est le général d'artillerie Василий Васильевич Круковский. Il descendrait du roi de Hongrie Mathias Corvin. À partir de 1858, la famille a le droit de s'appeler Корвин-Круковский⁽²⁾.

Vassili Vassilievitch Kroukovski

Korvin-Kroukovski

Mariés en 1843, ils ont une première fille, Anna (Aniouta), en 1844.

Chronologie

Pour replacer les étapes de la vie de Sofia Kovalevskaya dans leur contexte historique et culturel, je dresse en parallèle une liste de faits contemporains. Celle-ci m'est personnelle, elle est

⁽¹⁾Cité par Weierstraß [1861], j'y reviendrai.

⁽²⁾Le nom du roi Corvin signifie « corbeau », alors un corbeau figurera dans les armoiries de la famille.

donc aussi très partielle. J'y ai inclus des œuvres que j'aime, ou que je trouve importantes ou qui sont liées à ce qui importait à Sophie, des noms de personnages ou des événements qui me paraissent utiles et pertinents pour préciser la chronologie. Par exemple, ceux qui montrent le monde se moderniser pendant la courte vie de Sophie, la première voiture, le premier vol en avion, les ponts... J'y ai évidemment fait figurer les événements mathématiques et les amis de Sophie (Dostoïevski, George Eliot...).

1850. Naissance le 15 janvier (3 janvier du calendrier julien) à Moscou de Sophie, c'est-à-dire de Софья Васильевна Круковская (Sofia Vassilievna Kroukovskaya).

Mort de Balzac, de Gay-Lussac. Naissance de Maupassant, de Stevenson. *Les luttes de classes en France*, de Karl Marx.

1851

Fin de la deuxième république en France. Mort de Turner. *Rigoletto*, de Verdi. *Romancero*, de Heine, *Moby Dick*, de Melville, *Paradoxes de l'infini*, de Bolzano. Leçon inaugurale de Riemann.



1852

Mort de Gogol. *La case de l'Oncle Tom*, de Harriet Beecher-Stowe. *Le catéchisme positiviste*, d'Auguste Comte. *Le 18 brumaire de Louis-Napoléon Bonaparte*, de Karl Marx. Foucault invente le gyroscope.

1853

Début de la guerre de Crimée. Naissance de Van Gogh. *Les Châtiments*, de Hugo. *Le Trouvère* et *La Traviata*, de Verdi. Sonate de Liszt.

Arthur Rimbaud, né quatre ans après Sophie, mort la même année qu'elle

1854

Naissance d'Arthur Rimbaud. Naissance d'Henri Poincaré. Travaux de Cayley sur la théorie des groupes.

1855. Naissance du petit frère Фёдор (Fyodor).

Mort de Nicolas I^{er} et avènement d'Alexandre II. Mort de Gauß et de Nerval. L'*Atelier* de Courbet présenté à l'Exposition universelle. Thèse de Менделеев (Mendeleïev).

1856

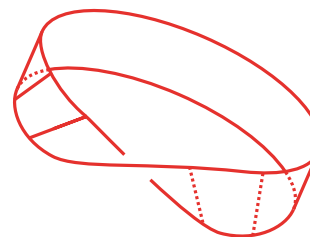
Mort de Лобачевский (Lobatchevski), de Schumann et de Heine. Naissance de Freud, de Pétain et de Picard. *Les Contemplations* de Victor Hugo, *Histoires extraordinaires* d'Edgar Poe. Découverte de l'homme de Néandertal. Weierstraß est nommé à Berlin.



Clara Zetkin (1857–1933)

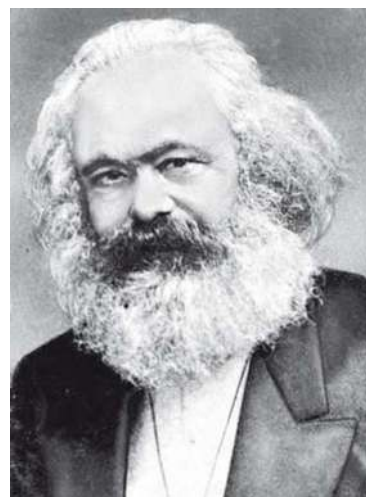
1857

Révolte des Cipayes. Naissance de Ляпунов (Liapounov) et de Clara Zetkin. Mort de Cayley, de Cauchy, d'Auguste Comte. *Madame Bovary*, de Flaubert, *Les Fleurs du mal* de Baudelaire. *Théorie des fonctions abéliennes* de Riemann.



1858. Le père de Sophie prend sa retraite et s'aperçoit de l'ignorance de ses filles. Gouvernante anglaise, Miss (Margaret) Smith et précepteur polonais, Joseph Malevich. Installation à Palibino. Histoire du papier peint. L'oncle paternel de Sophie lui parle d'asymptotes et de quadrature du cercle.

Naissance de Selma Lagerlöf, de Puccini, de Peano, de Max Planck. *Orphée aux enfers*, d'Offenbach, *Le Bossu*, de Paul Féval. Invention de la crinoline et du ruban de Möbius. Première expédition polaire de Nordenskiöld.



Karl Marx (1818–1883)

1859

Naissance de Pierre Curie, de Conan Doyle, de Jaurès, d'Alfred Dreyfus. Mort de Dirichlet. Bataille de Solferino. *Oblomov*, de Gontcharov, *L'Origine des espèces*, de Darwin, *Contribution à la critique de l'économie politique*, de Marx, *Faust*, de Gounod, *Les Années de pèlerinage* de Liszt. Premier puits de pétrole.

		Naissance de Mahler, de Herzl, de Чехов (Tchekhov), de Volterra, d'Hugo Wolf. Mort de Bolyai. <i>Le Moulin sur la Floss</i> , de George Eliot, <i>Pères et fils</i> , de Тютчев (Tourguéniev). Début de la Guerre de Sécession. Premier moteur à explosion.
1860		
		Affranchissement des serfs en Russie. Naissance de Méliès. <i>Les Grandes espérances</i> , de Dickens, <i>Humiliés et offensés</i> , de Dostoïevski.
1861		
		Naissance de Debussy, de Hilbert. <i>Les Misérables</i> , de Hugo, <i>Souvenirs de la Maison des morts</i> , de Dostoïevski, <i>La Sorcière</i> , de Michelet.
1862		
	1863. Le journal <i>Epoch</i> de Достоевский (Dostoïevski) publie deux nouvelles d'Aniouta. Sophie s'enflamme pour la Pologne et apprend le polonais avec Malevich.	Soulèvement en Pologne, fondation de la Croix-Rouge. Naissance d'Edvard Munch, de Painlevé. <i>Le Capitaine Fracasse</i> , de Gautier, <i>La Vie de Jésus</i> , de Renan, <i>Cinq semaines en ballon</i> , de Jules Verne, <i>Olympia</i> , de Manet.
	1864. La famille passe l'hiver à Saint-Petersbourg. Sophie est amoureuse de Dostoïevski. Histoire de la <i>Sonate pathétique</i> .	Naissance de Louis Lumière, de Richard Strauß, de Toulouse-Lautrec, de Hermann Minkowski, de la Première Internationale. Droit de grève en France. <i>La Belle Hélène</i> , d'Offenbach, <i>Voyage au centre de la Terre</i> , de Jules Verne.
	1865. Un voisin physicien, Н. Н. Тыртов (N. N. Tyrtov), s'étonne qu'elle ait lu un livre d'optique qu'il avait apporté à son père et qu'elle ait « inventé » une définition du sinus.	Naissance d'Hadamard. Mort de Hamilton, de Lincoln. Fin de la Guerre de Sécession. <i>Alice au Pays des merveilles</i> , de Lewis Carroll, création de <i>Tristan et Isolde</i> , de Wagner. Découverte par Mendel des lois de l'hérédité.
Ici, j'ai pensé qu'Hadamard, qui était né, comme Sophie, au temps des diligences, avait, lui, eu connaissance du petit tour de Gagarine autour de notre planète bleue.	1866. Sophie et Aniouta voyagent avec leur mère en Allemagne et en Suisse.	Bataille de Sadowa. Naissance de Kandinsky. Mort de Riemann. <i>Crime et châtiment</i> , de Dostoïevski, <i>Poèmes saturniens</i> , de Verlaine.

1867. Nouveau professeur, А. Н. Страннолюбский (A. N. Strannolioubski), avec lequel Sophie apprend vraiment des mathématiques.

1868. Mariage « blanc » le 27 septembre avec Владимир Онуфриевич Ковалевский (Vladimir Onoufriévitch Kowalevski), né en 1842, radical et s'intéressant à la biologie. Sophie rencontre Чебышёв (Tchebychev) à Saint-Petersbourg.

1869. Avril. Départ avec Aniouta et Vladimir pour Vienne, puis pour Heidelberg. Études avec Königsberger, Du Bois-Reymond. Histoire de Bunsen. Octobre. Visite à Londres, où Sophie et Vladimir rencontrent Darwin, Huxley, George Eliot. Aniouta quitte Heidelberg pour Paris.

1870. Fin de l'été. Berlin, Sophie commence à étudier avec Weierstraß. Histoire du chapeau.

1871. Sophie et Vladimir rejoignent Aniouta pendant la Commune de Paris, quittent Paris quelques jours avant la fin des massacres, y reviennent en juin avec les parents de Sophie.

Mort de Baudelaire, d'Ingres, de Poncelet. Naissance de Toscanini, de Maria Sklodowska (Marie Curie). *Le Capital*, de Karl Marx, *Peer Gynt*, d'Ibsen, *Don Carlos*, de Verdi.

Mort de Rossini. Naissance de Gorki. *L'Idiot*, de Dostoïevski. Découverte de l'homme de Cro-Magnon.

Mort de Lamartine. Naissance de Ghandi, d'Élie Cartan, de Gide, de Matisse. *Un requiem allemand*, de Brahms, *Guerre et paix*, de Tolstoï, *Les Chants de Maldoror*, de Lautréamont, *L'éducation sentimentale*, de Flaubert, *Vingt mille lieues sous les mers*, de Jules Verne. Classification de Mendeleïev. Ouverture de canal de Suez.

Guerre franco-prussienne, chute du Second empire. Mort de Dumas, de Dickens. Naissance de Rosa Luxemburg, de Lénine. Création de *La Walkirie*, de Wagner, *Les Châtiments*, d'Hugo, *Traité des substitutions et des équations algébriques*, de Jordan.

Commune de Paris. Proclamations du II^e Reich et de la III^e République. Mort de Delescluze (et de beaucoup d'autres). *La Fortune des Rougon*, de Zola, *Le Bateau ivre*, de Rimbaud.

Ô mathématiques sévères, je ne vous ai pas oubliées, depuis que vos vivantes leçons, plus douces que le miel, filtrèrent dans mon cœur, comme une onde rafraîchissante. [...]

Lautréamont [1869].



Rosa Luxemburg (1870–1919)



Alexandra Kollontaï
(1872–1952)

Toscanini, Chaliapine, un peu plus jeunes que Sophie et dont il existe des enregistrements, sont de ce fait aussi presque de notre temps. Quant à Schönberg, il arrive encore que l'on en parle comme d'un musicien « contemporain ». De ce fait, leur présence dans cette chronologie de Sophie témoigne de notre proximité avec elle.

1872. Vladimir soutient une thèse à Jena. Sophie dit la vérité sur son mariage à Weierstraß, qui décide de lui faire passer une thèse.

1873. Sophie rejoint Aniouta à Zürich au printemps. En été, voyage en Suisse avec Vladimir.

1874. Thèse *in absentia* à Göttingen en août. Retour en Russie. Début d'une période sans mathématiques.

1875. Mort du père de Sophie.

1876. Première rencontre avec Mittag-Leffler.

1877. Sophie continue à écrire des articles scientifiques ou littéraires pour des journaux.

1878. Elle recommence à écrire à Weierstraß. Octobre. Naissance de sa fille Софья Владимировна (Sofia Vladimirovna), dite Fufa.

Oscar II devient roi de Suède. Mort de Delaunay. Naissance de Léon Blum, d'Alexandra Kollontaï, de Paul Langevin, de Scriabine, de Blériot. *Impression, soleil levant*, de Monet, *Les Démons*, de Dostoïevski, *Middlemarch*, de George Eliot, *Programme d'Erlangen*, de Felix Klein.

Naissance de Chaliapine, de Rachmaninov. *Une saison en enfer*, de Rimbaud, *Le Tour du monde en quatre-vingts jours*, de Jules Verne. Hermite démontre la transcendence de e .

Naissance de Schönberg. *Boris Godounov*, de Moussorgski, *Requiem*, de Verdi. Puissance du continu, de Cantor.

Naissance de Lebesgue, de Thomas Mann, de Ravel. Création de *Carmen*, de Bizet.

Bataille de Little Bighorn. Mort de George Sand. *La Chasse au snark*, de Lewis Carroll, *Tom Sawyer*, de Mark Twain, *Michel Strogoff*, de Jules Verne.

Mort de Courbet, de Thiers. *Anna Karénine*, de Tolstoï, *L'Assommoir*, de Zola.

Mort de Claude Bernard. *Anti-Dühring*, d'Engels, thèse de Poincaré.

1879. Février. Mort de la mère. Sophie recommence à faire des mathématiques.

1880. Sophie participe à un congrès à Saint-Petersbourg où elle donne un exposé. Mittag-Leffler, présent, décide de l'aider à obtenir un poste. Vladimir se remet aux affaires. Déménagement vers Moscou. Deux mois à Berlin.

1881. En mars, Sophie quitte Vladimir et part pour Berlin avec sa fille. Visite à Weierstraß à Marienbad pendant l'été. Sophie est élue membre de la société mathématique moscovite. À la fin de l'année, elle arrive Paris.

1882. Paris. Sophie renvoie sa fille en Russie. Lien avec les milieux révolutionnaires. Elle fait connaissance avec le social-démocrate allemand Vollmar et la révolutionnaire polonaise Maria Jankowska. Elle devient membre de la société mathématique de France.

1883. Banqueroute et, fin avril, suicide de Vladimir. À 33 ans, Sophie devient une personne majeure et respectable. Elle participe à un congrès à Odessa. Elle est recrutée comme *Privatdozent* à Stockholm. Histoire de la lettre brûlée.

Mort de Maxwell. Naissance d'Einstein, de Paul Klee, de Staline, de Trotski. Concerto pour violon de Brahms, *Eugène Onéguine*, de Tchaïkovski, *Une maison de poupée*, d'Ibsen, théorème de Picard. Découverte de la grotte d'Altamira.

Mort de George Eliot, de Flaubert. Naissance d'Apollinaire. *Les frères Karamazov*, de Dostoïevski, *Nana*, de Zola, *Un portrait de femme*, de Henry James.

Assassinat d'Alexandre II. Mort de Dostoïevski, de Moussorgski. Naissance de Bartók, de Picasso. *Le Déjeuner des canotiers*, de Renoir. *Bouvard et Pécuchet*, de Flaubert. Vaccination contre le charbon par Pasteur.

Mort de Darwin, de Garibaldi, de Liouville. Naissance de Joyce, de Virginia Woolf, d'Emmy Noether. *Parsifal*, de Wagner. Découverte du bacille de Koch et du parasite du paludisme. Lindemann démontre la transcendance de π .

Mort de Marx. Naissance de Kafka, de Mussolini. *La Légende des siècles*, de Hugo, *L'île au trésor*, de Stevenson. Achèvement du pont de Brooklyn.

Les nombres réels

$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$$

et

$$\pi = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2^n (n!)^2}{(2n+1)!}$$

sont « transcendants », c'est-à-dire qu'ils ne sont ni l'un (e , Hermite) ni l'autre (π , Lindemann) solution d'une équation algébrique

$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_0 = 0$
dont les coefficients $a_0, \dots, a_n$ sont des nombres entiers.

Je me suis laissée aller à rêver à Sophie à Paris fin 1888, à la séance solennelle à l'Académie des sciences...

Nous savons, par une lettre citée dans [Leffler 1993, p. 229], qu'elle est allée visiter l'Institut Pasteur, qui venait d'être inauguré, qu'elle a assisté à une séance d'hypnose de Charcot à la Salpêtrière (voir [Kochina 1985, p. 165]), elle en a rendu compte dans un article de *La Gazette russe* [Koblitz 1993, p. 281], mais, était-elle allée voir, avait-elle pu ne pas aller voir le chantier de la Tour Eiffel, bien avancée ?

1884. Sophie donne ses premiers cours à Stockholm, en allemand. Elle devient éditrice d'*Acta Mathematica*. Poste pour cinq ans.

1885. Sophie rend visite à Aniouta, malade d'un cancer, en Russie.

1886. Sophie commence à obtenir des résultats sur le solide. Elle écrit un article de souvenirs sur George Eliot. Voyage avec Anne-Charlotte Leffler en Scandinavie. Visite à Aniouta. Sophie ramène sa fille à Stockholm.

1887. Aniouta et son mari Victor Jaclard sont expulsés de Russie. Mort d'Aniouta à Paris des suites d'une opération. Sophie écrit les deux pièces *La Lutte pour le bonheur* en collaboration avec Anne-Charlotte Leffler.

1888. Rencontre avec Максим Ковалевский (Maxime Kowalevski). Prix Bordin de l'Académie des sciences pour le travail sur le solide.

Partage de l'Afrique à la conférence de Berlin. En France, lois Naquet (réintroduction du divorce) et Waldeck-Rousseau (légalisation des syndicats). Première automobile à quatre roues et quatre temps, viaduc de Garabit par Eiffel, thèse de Hilbert.

Mort de Victor Hugo, de Jules Vallès. Naissance d'Hermann Weyl. *Les Mangeurs de pommes de terre*, de Van Gogh, *Germinal*, de Zola. Première vaccination antirabique par Pasteur. Théorème d'approximation polynomiale de Weierstraß.

Mort de Liszt. Naissance de Paul Lévy. Sonate pour violon et piano de Franck.

Naissance de Ramanujan, de Schrödinger. *Otello*, de Verdi, *Choses vues*, de Hugo.

Naissance de Mordell. *Terrasse de café la nuit*, de Van Gogh, *Mademoiselle Julie*, de Strindberg, *Théorie des groupes de transformations*, de Lie. Inauguration de l'Institut Pasteur.

1889. Mars à septembre à Paris. Poste permanent à Stockholm. Élu membre correspondante de l'Académie des sciences russe. Prix de l'Académie de Stockholm. Publication des *Souvenirs d'enfance* à Stockholm.

1890. Sophie écrit *Une Nihiliste*. Fin de l'année, vacances à Gênes avec Maxime Kowalevski.

1891. Parution des *Souvenirs d'enfance* en russe. Mort de Sophie d'une pneumonie.

Naissance d'Hitler. *La Sonate à Kreutzer*, de Tolstoï, *La Nuit étoilée*, de Van Gogh, *Sans dessus dessous*, de Jules Verne. Naissance de la 11^e Internationale à Paris. Tour Eiffel.

Mort de Van Gogh. *Hedda Gabler*, d'Ibsen, *Gnossiennes*, de Satie. Vol de Clément Ader.

Mort de Melville, de Rimbaud. *Le portrait de Dorian Gray*, d'Oscar Wilde.

Restée à Paris, Sophie a été invitée à la pré-ouverture de la Tour, le 4 mai 1889, elle a d'ailleurs écrit une nouvelle relatant sa visite de l'Exposition Universelle.

Il restait tant de questions, était-elle allée à l'Opéra ? Avait-elle rencontré Jules Verne ? Je me la suis même imaginée s'émouvoir en écoutant la « petite phrase » de la Sonate de Franck, mais ça ne collait pas, alors je me suis arrêtée...

CHAPITRE II

LES NOMS DE SOPHIE



On peut discuter à l'infini de la façon d'écrire le nom de cette mathématicienne. Et je crois à l'importance du nom. Alors je consacre ce court chapitre aux noms de Sophie. J'ai pris pour principe que c'est à l'intéressé·e de choisir son nom. Choisir... Dans la France contemporaine, les femmes ont un peu plus de choix que les hommes, le nom du père, le nom du mari⁽¹⁾... Dans le cas de Sophie — décidément un cas — ce choix a été démultiplié par le passage du cyrillique au latin.

Le nom du père. Voici comment elle s'appelle lorsqu'elle naît : Софья (Sofia, son prénom) Васильевна (Vassilievna, son patronyme, qui signifie simplement que le prénom de son

⁽¹⁾Nous verrons pourtant qu'un des « héros » de ce livre, le mathématicien suédois Gösta Mittag-Leffler, né Gösta Leffler, a transformé son nom en lui ajoutant celui de sa mère.

D'après [Kochina 1985, p. 9], le nom de son père était d'abord Круковской (Kroukovskoy), ce qui change considérablement la prononciation en russe : Круковской, accent sur la dernière syllabe, Круковский, accent sur la deuxième.

père est Vassili) Крукoвская (Kroukovskaya, son nom, c'est-à-dire le nom de son père, Крукoвский, Kroukovski, au féminin). Elle raconte, dans ses souvenirs d'enfance [Kovalevskaja 1993], que son premier souvenir est, précisément, lié à son nom, au nom de son père.

Au sortir de l'église, nous voyons approcher un ami de ma bonne, un diacre ou un sous-diacre, à en juger par sa longue soutane ; il lui offre un pain béni :

« Mangez-le à votre santé, lui dit-il. Et comment vous nomme-t-on, dites, ma gentille demoiselle ? »

Je me tais et le regarde avec de grands yeux.

« Quelle honte de ne pas savoir son nom, mademoiselle ! continue le diacre pour me taquiner.

— Réponds, ma petite mère, souffle ma bonne ; dis : je m'appelle Sonia, et mon père est le général Kroukovski. »

J'essaie de répéter ces mots, maladroitement sans doute, car ma bonne et son ami se mettent à rire.

L'ami de ma bonne nous accompagne jusqu'à la maison. Je les précède en sautillant, et je m'efforce de répéter les paroles de ma bonne que j'arrange à ma façon ; évidemment le procédé est encore nouveau pour moi, et je cherche à le graver dans ma mémoire. En approchant de la maison le diacre me montre la porte d'entrée.

« Voyez-vous ce crochet, en russe "krouk", sur la porte, petite demoiselle ? me dit-il. Quand vous oublierez le nom de votre papa, dites-vous : il y a un "krouk" sur la maison de Kroukovski, et aussitôt la mémoire vous reviendra. »

Eh bien, je regrette de le dire, ce mauvais calembour du diacre a fait date dans ma vie [...]



Владимир Онуфриевич
Ковалевский

Le nom du roi Corvin. À partir de 1858, le père de Sophie fait ajouter à son nom celui de son grand ancêtre le roi de Hongrie Mathias Corvin, dont une des filles avait épousé un Kroukovski, chevalier polonais. Le nom de la famille devient Корвин-Крукoвский (Korvin-Kroukovski).

Le nom de Vladimir. En 1868, Sophie épouse Vladimir Onoufriévitch Kowalevski. Je ne sais pas si les femmes russes mariées avaient, au XIX^e siècle, la possibilité de continuer à porter leur nom de naissance. Dans le cas de Sophie, le mariage ayant pour but unique de la munir visiblement du statut de femme mariée, la question ne se pose même pas. Elle s'appelle donc Sofia Vassilievna Kovalevskaya, Софья (son prénom) Васильевна (son patronyme) Ковалевская (le nom de son mari, mis au féminin).

En caractères latins. Lorsqu'elle arrive en Allemagne, elle décide d'écrire son nom « Kowalevski ». Il faut l'écrire en caractères latins et son choix est le meilleur possible, le premier « в » de son nom se prononce en effet comme le « w » allemand (le « v » français) alors que le deuxième s'entend comme le « v » allemand (presque un « f » en français).

Kowalevski. Софья Ковалевская a donc signé ses articles « Sophie Kowalevski », peut-être parce qu'elle avait rédigé ces articles en allemand ou en français. C'est aussi le nom qu'elle a fait graver sur ses cartes de visite professionnelles (en suédois) comme professeur à Stockholm (l'une d'elles est reproduite dans [Koblitz 1984, p. 23]). C'est donc ainsi qu'elle pensait qu'on devait orthographier son nom, au moins dans un texte en français — comme celui-ci — en allemand ou en suédois. L'inconvénient, me dira-t-on, est que le russe est féminin. Féminin ou masculin, c'est toujours le nom d'un homme. Elle a choisi de se marier et de porter le nom de son mari, elle a choisi de l'orthographier ainsi, ça me suffit ! Je respecte le choix de Sophie.

Kowalewska. Aucune des versions variées de la graphie « Kowalewska », peut-être contaminée par des noms polonais tels que Sklodowska, n'a le moindre sens ni la moindre justification.

Sophie. La discussion sur le nom pourrait se prolonger en une discussion sur le prénom, Sophie, Sofia, Sonia, et sur ses graphies (j'avoue une petite préférence pour Sonja, c'est ainsi que l'écrivait Weierstraß). Roger Cooke commente aujourd'hui l'usage du diminutif Sonya utilisé dans le titre de son livre [1984] ainsi : pour un Russe, « Sonya Kovalevsakaya » sonne comme « Fedya Dostoevsky » ou « Osysa Staline » — imagine-t-on un livre intitulé « Charlot de Gaulle », ajouterais-je pour faire un analogue français ?

Je pense à elle sous le nom de Sophie. Il m'arrivera donc d'appeler Sophie Kowalevski par son prénom. Qu'on n'y voie pas une absence de respect. Je me suis bien entendu demandé aussi si je n'y mettais pas un brin de sexisme, une question qui n'est pas sans objet : dans le livre de Bell [1937], une quarantaine de mathématiciens, une seule femme (une seule femme apparaissant dans un titre de chapitre, voir ici le chapitre X pour le détail des femmes du livre) et aussi un·e seul·e mathématicien·ne appelé·e par son prénom, « Sonja » (si l'on excepte les Bernoulli qu'il fallait bien distinguer les uns des autres). Plus récemment, dans le

L'utilisation d'une de ces graphies, que nous verrons apparaître ici ou là, parfois sous la plume d'un respectable mathématicien, ne montre que l'ignorance tant de la langue russe que des travaux de Sophie, sans pour autant prouver une connaissance de ceux de Maria Sklodowska.

livre [James 2002], soixante mathématiciens, d'Euler à von Neumann, tous désignés par leur nom de famille seul, sauf Sophie Germain et Emmy Noether, désignées par nom et prénom, et notre Sophie, qu'il arrive à l'auteur de désigner par son prénom seul (et elle est la seule dans ce cas) — devinez combien il y a de mathématiciennes dans ce livre de James ?

À la question du sexisme, j'ai répondu non : je n'aurais peut-être pas eu l'idée d'appeler Hilbert « notre David », je n'écirai sans doute jamais « notre Paul » pour Painlevé, mais j'écirais certainement « notre Évariste » si j'écirais plus de quelques lignes sur Galois et on verra que j'appellerai Mittag-Leffler « Gösta ». D'autre part, il est plus que certain que je n'aurais pas écrit « Marie » pour Marie Curie.

On trouvera donc ici

Sophie Kowalevski,
Mme Kowalewsky,
Kowalevskaya,
Kowalewski,
Kowalewskaja,
M^{me} de Kowalevski,
Kowaleski,
Sonja Kowalevsky,
Sonia Kowalewska,
Sonja Kowalewska,
Mme. Kovilevsky,
Sonya Kovalevski,
Sonja Kovalevsky,
Sophie Kovalevsky,
Mme. Kovalevskaja,
Frau v. Kovalevsky,
Kovalevskaja,
Sofia Kovalevskaja,
Kovalevskaja,
Sofia Kovalevskaja,
Sofya Kovalevskaya,
Sonia Kovalevskaja,
Sofja Kowalewskaja,
Kowalevskaya,
Sophie von Kowalevsky,
Sonja v. Kowalewsky
et j'en ai peut-être oublié (voir aussi la dernière note marginale de la page 233).

Du nom de Sophie à ceux des autres. Bref, j'écis Sophie Kowalevski ou Sofia Kovalevskaya, mais je respecte les graphies utilisées par les auteurs que je cite, c'est une sorte de jeu, elles sont en général cohérentes dans le même article mais pas toujours d'un article à l'autre. Dans un souci de lisibilité, j'orthographe Kowalevski le nom de Vladimir, Alexandre et Maxime, les hommes Kowalevski de ce livre. De même, j'écis toujours Gauß, Weierstraß et Saint-Pétersbourg lorsque c'est moi qui en parle.

J'ai aussi écrit les noms russes de façon à ce qu'ils soient prononçables en français, comme c'est la tradition dans les grandes traductions des romans russes, par exemple, j'écis Tchebychev pour le nom du mathématicien russe Чебышев, Aniouta pour le diminutif sous lequel Sophie désigne sa sœur Anna.

J'écis Sofia (ia) parce que les personnages des romans russes que j'ai lus s'appellent Vania, Mitia, Rodia et même Sonia ; mais j'écis Kovalevskaya (ya) parce que ça évite le disgracieux tréma. C'est un peu incohérent, je le sais, et c'est pourquoi j'ai inclus les vrais noms, en russe, de la plupart des personnages russes de ce livre.

Je n'ai pas bien vu où aurait été la logique de retranscrire en « Shubert » le nom allemand Schubert transcrit Шуберт en russe, alors je ne l'ai pas fait. J'ai aussi gardé les graphies en usage en France pour les gens célèbres, l'écrivain Фёдор Достоевский est connu ici sous le nom de Fedor Dostoïevski, qu'y puis-je ?

CHAPITRE III

HISTOIRES

La vie de Sophie, très documentée, est pleine d’histoires, des belles histoires, des histoires sinistres, des histoires vraies ou romancées, des histoires pathétiques. Il y a abondance de sources (de toutes sortes, y compris auto-biographiques : des *Souvenirs d’enfance* [Kovalevskaja 1993] à une esquisse auto-biographique posthume (dont on trouvera une traduction en anglais dans le livre [Kovalevskaya 1978]), en passant par une auto-biographie en latin datant de l’époque de sa thèse et reproduite dans [Mittag-Leffler 1923, p. 48]). Mais, comme le fait très justement remarquer Roger Cooke [2002a, p. 14] en rapportant en détail une histoire un peu mélodramatique dont tous les éléments sont connus sans qu’elle soit vraiment intéressante, les sources sont capricieuses, survivant un peu au hasard (on verra que les documents qui auraient été les plus utiles à l’histoire des mathématiques et de la vie de Sophie ont été détruits).

Les histoires rassemblées et racontées dans ce chapitre ne constituent en rien une biographie de Sofia Kovalevskaya, pour laquelle je renvoie encore une fois à [Kochina 1985; Koblitz 1993]. On pourra se reporter à la chronologie (au chapitre I) si nécessaire.

Histoire du papier peint

Celle de ces histoires que j’ai toujours préférée, c’est la plus classique, la plus connue, celle qu’elle a racontée elle-même ainsi [Kovalevskaja 1993, p. 73] :

Lorsque, pour la première fois nous nous installâmes à la campagne, il fallut réparer toute la maison, et mettre de nouvelles tentures dans toutes les chambres et elles

De nombreuses personnes qui l’ont connue ont écrit des souvenirs sur Sofia Kovalevskaya : son frère Fyodor Vassilievitch Kroukovski, sa cousine Sofia Adelung, ses amies Elizaveta Litvinova, Anne-Charlotte Leffler, Julia Lermontova, Maria Jankowska, ses amis Gösta Mittag-Leffler, Georg von Vollmar, ses professeurs, Malevich et Strannolioubski. Beaucoup de ces souvenirs sont publiés en russe. Pour plus de précisions, voir la bibliographie de [Kochina 1985].

$$\begin{aligned} \int_{\Gamma} P \, dx + Q \, dy &= \\ &= \iint_{\Sigma} \left(\frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial Q}{\partial y} \right) \, dx \, dy \\ \iint_{\Sigma} F \cdot dS &= \iiint_V \operatorname{div}(F) \, dx \, dy \, dz \\ \iint_{\Sigma} F \wedge dS &= \\ &= - \iiint_V \operatorname{rot}(F) \, dx \, dy \, dz \end{aligned}$$

Palibino, situé dans la province de Vitebsk, à environ 600 kilomètres de Saint-Petersbourg, n'est pas très éloigné de la frontière polonaise. La maison de Sophie a été détruite pendant la deuxième guerre mondiale, puis partiellement reconstruite et transformée en musée.

À propos de ce passage, la traductrice de Sophie en anglais, Beatrice Stillman, note que celle-ci avait, au moment où elle contemplait ces formules, environ onze ans [Kovalevskaya 1978].

étaient en si grand nombre, que le papier manqua pour une de celles destinées aux enfants. Il fallait en faire venir de Pétersbourg : c'était loin et ça n'en valait pas la peine pour une seule chambre ; on attendit une occasion et, pendant bien des années, la chambre resta inachevée, le mur simplement tendu d'un papier. Par un heureux hasard, ce papier consistait en feuilles lithographiées des cours d'Ostrogradski sur le calcul intégral et différentiel, jadis achetées par mon père dans sa jeunesse. Ces feuilles, bigarrées d'anciennes et incompréhensibles formules, attirèrent bientôt mon attention. Je me rappelle avoir passé des heures entières dans mon enfance, devant ce mur mystérieux, cherchant à déchiffrer quelques phrases isolées et à retrouver l'ordre dans lequel ces feuilles devaient se suivre. Cette contemplation prolongée et quotidienne finit par graver dans ma mémoire l'aspect matériel de beaucoup de ces formules, et le texte, quoique incompréhensible au moment même, laissa une trace profonde dans mon cerveau.

Voilà déjà une très belle histoire. Le calcul différentiel et intégral est une sous-discipline des mathématiques dans laquelle on peut écrire de longues et élégantes formules dont chacune peut admirer la beauté. Voici quelques-unes des formules qui se trouvaient sans doute sur les murs de la chambre de Sophie à Palibino. Ostrogradski a laissé son nom à une formule que l'on enseigne dans les cours de physique et que voici

$$\iint_{\Sigma} F \cdot dS = \iiint_V \operatorname{div}(F) \, dx \, dy \, dz.$$

Cette première formule, la formule du rotationnel

$$\iint_{\Sigma} F \wedge dS = - \iiint_V \operatorname{rot}(F) \, dx \, dy \, dz$$

et la formule de Green-Riemann

$$\int_{\Gamma} P \, dx + Q \, dy = \iint_{\Sigma} \left(\frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial Q}{\partial y} \right) \, dx \, dy$$

sont des versions de la formule de Stokes que l'on écrit aujourd'hui

$$\int_V d\omega = \int_{\partial V} \omega,$$

ce qui est plus compact mais sans doute moins joli.

Je ne sais pas comment était lithographié le cours en question, peut-être à partir d'un beau manuscrit, comme le seront quelques années plus tard les *Leçons de Stockholm* de Paul Painlevé [1897], dont je reparlerai. Pour ceux qui s'intéressent

à la façon dont fonctionne le cerveau des mathématicien·ne·s, elle continue :

Plusieurs années après, quand je pris ma première leçon de calcul différentiel, avec un célèbre professeur de mathématiques de Pétersbourg, Alexandre Nicolaévitch Strannolioubski, il fut étonné de la rapidité avec laquelle je saisisais toutes ses explications, « comme si je les avais sues à l'avance », ce fut l'expression dont il se servit. En effet, au moment où il me donnait ces premières notions, je me rappelai soudain avoir vu tout cela sur le mur de ma chambre d'enfant ; et il me sembla que le sens des termes dont se servait le professeur m'était familier depuis longtemps [je me rappelai soudain tout ceci, écrit sur les mémorables feuillets d'Ostrogradski et le concept de limite me sembla être un vieil ami].

... ce qui indique qu'il y avait sur ce « papier peint » bien d'autres choses que la formule d'Ostrogradski et ses variantes.

La traduction anglaise précise que Sophie avait quinze ans, et Beatrice Stillman note que Sophie a écrit quelque part, ailleurs, qu'elle avait pris ce cours lorsqu'elle avait dix-sept ans.

Le passage entre crochets suit le texte de [Kovalevskaya 1978] (la version anglaise, plus précise). Apparemment les termes dont se servaient Sophie et son professeur n'étaient pas très familiers au traducteur français.

★

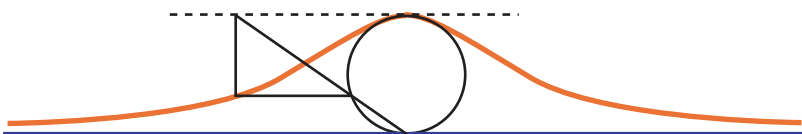


Cette notion d'infiniment petit est indissociable d'une notion d'infiniment grand : pour voir que la courbe est infiniment proche de son asymptote, il faut aller infiniment loin.

Les asymptotes

Je suppose que tous les êtres humains se souviennent de la façon dont ils ont commencé à appréhender la notion d'infini, par exemple en contemplant un de ces dessins en abîme, comme la célèbre boîte de fromage sur laquelle est représentée une vache qui porte en pendant d'oreille une boîte de fromage sur laquelle est représentée une vache qui porte en pendant d'oreille une boîte de fromage sur laquelle est représentée...

Ceux qui deviennent mathématiciens ont des souvenirs parfois poétisés d'autres apparitions de l'infini. Hadamard [1959] explique ce qu'il voit quand il pense à l'ensemble des nombres premiers (lorsqu'il veut démontrer que cet ensemble est infini, justement) : « je vois une masse confuse ». Encore plus éblouissante est la rencontre avec l'infiniment petit, qui est peut-être une émotion esthétique plus rare. Une des premières apparitions de cet infiniment petit dans la vie d'un.e apprenti.e mathématicien.ne est celle qui porte le beau nom d'asymptote à une courbe, la courbe s'approche indéfiniment de l'asymptote, qui est comme un idéal que l'on cherche toujours et qu'on n'atteint jamais... comme ici la courbe s'approche de la droite horizontale.



La sorcière d'Agnesi, une courbe (rouge) avec une asymptote (bleue). Les traits noirs indiquent la construction. On découvrira d'autres courbes avec des asymptotes ici ou là dans ce livre, pages 92 et 120 notamment.

Voici l'expérience de Sophie telle qu'elle la rapporte dans ses souvenirs d'enfance.

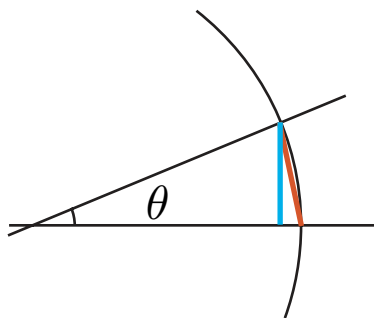
Bien que mon oncle n'eût jamais étudié les mathématiques, cette science lui inspirait un profond respect. Il en avait recueilli quelques notions dans certains livres, et aimait à faire là-dessus des réflexions à haute voix en ma présence. C'est lui par exemple qui me parla le premier de la quadrature du cercle, des asymptotes [desquelles

les courbes s'approchent constamment sans jamais les atteindre, et de beaucoup d'autres choses de nature similaire] et, si le sens de ses paroles me restait incompréhensible, elles frappaient mon imagination, et m'inspiraient, pour les mathématiques, une sorte de vénération, comme pour une science supérieure, mystérieuse, ouvrant à ses initiés un monde nouveau et merveilleux, inaccessible au commun des mortels.

Cet oncle, dont la révérence envers une science inconnue de lui nous évoque aujourd'hui irrésistiblement un personnage de Jules Verne, était le frère du père de Sophie, Piotr Vassilievitch Kroukovski.

★

Le texte [Kovalevskaja 1993] (en français) saute ici le membre de phrase entre crochets qui exprime la beauté des asymptotes, qu'aucun·e mathématicien·ne n'aurait omis de mentionner et dont j'avais donc deviné l'absence avant de le reconstituer à partir de la traduction en anglais de [Kovalevskaya 1978].



Si le rayon du cercle est 1, la longueur du segment bleu est le sinus de l'angle θ . Celle de la corde (en rouge) est celle du « sinus de Sophie ».

Histoire du petit sinus

À Palibino, on fréquentait du beau monde. Tyrto, un des voisins, était un professeur de physique et, entre parenthèses, il s'occupait, à Saint-Petersbourg, de cours pour les femmes. Pour une raison ou pour une autre, mais sans doute pas pour Sophie elle-même, il apporta un jour chez les Korvin-Kroukovski un livre de physique. Est-il nécessaire de dire que Sophie s'en saisit et le lut ? En physique, aussi élémentaire soit-elle, on utilise de la trigonométrie. Le brave précepteur, Malevich, n'y connaissait pas grand chose, alors Sophie dut se débrouiller toute seule. Après tout, elle s'était bien arrangée, quelques années plus tôt, pour apprendre à lire. Mais que pouvait donc bien être ce bizarre, cet énigmatique « sinus », ce $\sin \theta$? La corde sous-tendue par l'angle sur un cercle de rayon 1, c'est ça ? Et Sophie put continuer sa lecture. À la visite suivante, très fière d'elle, la jeune trigonomètre vint parler de son livre à l'auteur.

« Mais, tu ne peux pas avoir compris, tu ne connais pas la trigonométrie, tu ne sais même pas ce qu'est un sinus, dut-il lui répondre.

— Mais bien sûr que j'ai compris, regardez, le sinus, c'est ça, et elle lui montra la corde.

— Mais cette petite vient de réinventer la trigonométrie ! C'est incroyable ! C'est un nouveau Pascal ! Général, vous n'allez pas gâcher les possibilités de votre fille. »

Et il convainquit le père de Sophie de lui faire donner de vrais cours de mathématiques, donnés par un vrai mathématicien. Ce sera Strannolioubski, qui entre autres qualités professionnelles et humaines, était un « homme des années soixante », un nihiliste.

Si j'aime beaucoup cette histoire, c'est surtout parce que ce n'est pas vrai, que le sinus et la corde soient égaux... mais c'est presque vrai, et assez vrai pour comprendre ce qui était fait dans le livre de Tyrto : la longueur de la corde sous-tendue par un angle au centre θ sur un cercle de rayon 1 n'est pas $\sin \theta$,

mais $2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ et on a

$$\begin{aligned}\sin \theta &= 2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \\ &= 2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) (1 + o(\theta^2)),\end{aligned}$$

pour ceux qui ne comprennent pas cette formule, ce n'est pas grave, de même que ce n'était pas très grave que Sophie prenne la corde pour le sinus : la morale, c'est qu'un petit sinus, c'est à peu près la même chose qu'une petite corde.

Une dernière remarque, pour les mathématiciens. Qui savent que, quand θ est petit, $\sin \theta$ c'est, à peu près, θ . Sur la figure, θ (mesuré en radians), c'est la longueur de l'arc de cercle sous-tendu par la corde de Sophie. Ce n'est pas très naturel, quand on ne connaît pas les radians (dont c'est, à peu près, la définition), ce qui était sans aucun doute le cas de Sophie.

★

Selon Roger Cooke [1984, p. 10], les premières tables trigonométriques, celles de Ptolémée par exemple, donnaient les cordes plutôt que les sinus : Sophie inventait le sinus... comme il était apparu historiquement.



Ludwig van Beethoven
(1770–1827)

S'il n'y avait pas eu sa nourrice, c'est le français qui aurait été la langue maternelle de Sophie, dit Pelageya Kochina [1985, p. 18].

La pathétique histoire de la sonate

La sœur de Sophie, Aniouta, alors qu'elle était à peine âgée de vingt ans, avait écrit deux nouvelles — non dénuées de talent, dit Pierre Pascal [1970, p. 138] — *le Rêve* et *Mikhail*, et les avait envoyées à Dostoïevski qui les avait publiées dans son journal et les lui avait même payées, ce qui avait provoqué d'abord quelques éclats de voix du père des deux jeunes filles, qui n'aimait pas l'idée qu'une femme soit écrivain (« tu commences par vendre des nouvelles, ensuite c'est toi que tu vendras... »). Franchement, ce ne devait pas être un père très sévère, tout s'était assez vite arrangé après qu'il ait lu *le Rêve*, et la famille avait ensuite entretenu des relations amicales avec l'écrivain. La mère et les deux filles, passant l'hiver à Saint-Petersbourg, le recevaient fréquemment. Sophie avait treize ans et elle tomba évidemment amoureuse du grand homme, qui en avait quarante-deux. Voici ce qu'elle raconte [Kovalevskaïa 1993, p.129] :

Par hasard, il nous avait dit une fois que, de toutes les œuvres musicales, celle qu'il préférait était la *Sonate pathétique* de Beethoven : cette sonate le plongeait dans un monde de sensations oubliées. Bien que cette sonate dépassât en difficulté ce que j'avais joué jusque là, je décidai de l'apprendre coûte que coûte : et, après beaucoup de temps et de peine, je parvins en effet, à la jouer passablement.

Que les jeunes filles des familles russes fortunées étaient donc bien élevées ! Sophie parlait très bien, en plus du russe, le français et l'anglais, et elle jouait assez bien du piano pour exécuter (c'est peut-être le mot exact) ce qui n'est sans doute pas la sonate la plus difficile de Beethoven mais qui n'est quand même pas tout à fait une œuvre pour débutants.

Restait à trouver le moment favorable pour enchanter Dostoïevski. Ce moment se présenta bientôt.

Nous n'avions plus que cinq ou six jours à passer à Pétersbourg. Maman et toutes les tantes étaient invitées à dîner chez l'ambassadeur de Suède, un ancien ami de la famille. Aniouta, fatiguée de soirées et de dîners, avait prétexté une migraine. Nous étions seules à la maison. Ce soir-là, Dostoïevski vint nous voir.

L'approche du départ, le sentiment de n'avoir personne à la maison pour nous surveiller, celui, aussi, qu'une soirée semblable ne se renouvellerait plus de sitôt, nous plongeait dans une excitation joyeuse. Fedor Mikhaïlovitch aussi paraissait un peu nerveux et bizarre, mais nullement irritable comme il l'avait été dans les derniers temps, et, au contraire, doux et affectueux.

Le moment était bien choisi pour lui jouer sa sonate favorite : je me réjouissais, à l'avance, du plaisir que j'allais lui faire.

Je commençai. La difficulté du morceau, la nécessité de m'appliquer, la crainte des fausses notes, absorbèrent si bien mon attention que je ne remarquai rien de ce qui se passait autour de moi... Me voilà donc au début [à la fin] de ma sonate avec la conviction d'avoir bien joué. Mes mains éprouvaient une certaine fatigue ; mais une fatigue agréable, causée par la musique, et par la douce émotion qu'on éprouve toujours à sentir que l'on a bien rempli sa tâche ; et j'attendais les éloges que je croyais avoir mérités.

Mais tout restait silencieux. Je me retournai : la chambre était vide.

Le cœur me manqua. Je ne soupçonnai rien encore de précis, mais je passai dans la chambre voisine avec un sinistre pressentiment : elle était vide aussi. Enfin, soulevant une portière, qui dissimulait la porte d'un petit salon, j'aperçus Dostoïevski et Aniouta. Et que vis-je, mon Dieu !

Eh bien, il était en tout simplement en train d'avouer son amour à Aniouta. La sonate avait été jouée, inutilement, pathétiquement, il ne l'avait même pas entendue. Et en plus, Aniouta l'avait refusé. Mais comment donc avait-elle pu ?

Pour conclure cette histoire, deux remarques.

Aniouta. Sophie aimait beaucoup sa sœur aînée, comme on peut s'en rendre compte en lisant ses *Souvenirs d'enfance* [Kovalevskaja 1993], écrits juste après la mort d'Aniouta en 1887.

Pour ceux qui connaissent la biographie de Dostoïevski.

C'est en 1864 (année de la mort de Marie Dmitrievna, sa première épouse) que celui-ci a reçu et publié les nouvelles d'Aniouta. La scène de la sonate se passe en 1865. Tout cette histoire se situe donc entre les années 1862 (année où Dostoïevski a rencontré Paulina Souslova dont il est tombé éperdument amoureux), 1863 (année où, sur le chemin de Paris où il la suivait, il s'est arrêté à Wiesbaden et l'a oubliée

Encore une fois, il m'a fallu utiliser [Kovalevskaya 1978] (la traduction en anglais), le texte français de [Kovalevskaja 1993] n'a pas de sens.

Paulina Souslova a servi de modèle à d'autres orgueilleuses de l'œuvre de Dostoïevski et notamment à la Nastasia Philipovna de *l'Idiot*, tandis qu'Aniouta, elle, aurait inspiré l'Aglaïa du même *Idiot*.

en jouant à la roulette⁽¹⁾, année aussi où elle l'a abandonné) et 1866 (année où *Crime et châtiment* a remporté un succès considérable pendant que son auteur rencontrait une autre Anna, Anna Grigorievna Snitkina, qui allait devenir sa femme et le rester jusqu'à la fin de sa vie).

Anna Grigorievna était sténographe, la sténographe à laquelle il a dicté *le Joueur*, un roman dont la protagoniste féminine s'appelle Paulina, comme l'orgueilleuse Paulina Souslova, une étudiante de vingt ans plus jeune que l'écrivain, dont la sœur Nadiejda est célèbre pour avoir été la première femme à obtenir un diplôme de médecin d'une université européenne, c'était en 1867 et à Zürich, Nadiejda a été un modèle pour Sophie et ses amies. Un tout petit monde. Celui des nihilistes russes des années 1860.

Sophie restera amie avec Dostoïevski, qu'elle reverra et à qui il lui arrivera d'écrire lorsqu'elle sera revenue à Saint-Petersbourg, dans les années 1876.

★

⁽¹⁾En vérifiant les dates et les lieux, je me suis trouvée lire la préface de Dominique Fernandez au *Joueur* dans l'édition Folio où est justement citée une lettre de l'écrivain à Mme Corvine-Kroukovskaïa [Dostoïevski 2002, p. 9], sous le nom de laquelle on aura reconnu la mère de Sophie, une lettre de 1866 où il annonce l'écriture du roman.

Histoire du mariage blanc

De pratique courante chez les jeunes nihilistes de cette époque, le mariage « fictif », que l'on peut aussi appeler un mariage blanc. Il n'a rien de fictif, ce mariage, il est légal et religieux, sans doute en blanc. Pour le sien, Sophie portait même une couronne de myrte et de fleurs d'oranger, et personne n'avait jamais vu une aussi jolie fiancée, comme disent les tantes dans ces occasions et comme, donc, l'a écrit une de celles de Sophie qui avait cru lire dans l'« expression radieuse » de Sophie le bonheur de l'amour (lettre citée dans [Mittag-Leffler 1923, p. 134]). Il fallait sans doute y voir une autre forme de bonheur. Le seul objet de ce mariage était, aux yeux de Sophie,

de lui ouvrir toutes grandes les portes de la science des
nombres et de l'espace

comme l'écrira, beaucoup plus tard, dans son style métaphorique (et dans [Mittag-Leffler 1923]) son ami Gösta Mittag-Leffler.

La fonction du mari est de permettre à l'épouse de voyager librement et de faire des études à l'étranger, puisqu'il n'y a pas de possibilités d'en faire en Russie. Et c'est tout ! La première chose à faire, pour contracter un mariage blanc, est de trouver un volontaire. Le jeune homme doit être en révolte contre la société, mais en même temps être capable de « respecter » (au sens victorien du terme) la jeune femme. Entre parenthèses, si l'on voit clairement l'intérêt d'un tel mariage pour la jeune femme, ce qu'il apporte au jeune homme est moins évident. Remarquons qu'un couple marié peut voyager avec des amies ou des parentes de l'épouse, de sorte qu'un homme suffit à chapeauter deux autres jeunes filles, donc un mari pour trois, c'est assez — heureusement, parce qu'il y avait sans doute plus de jeunes femmes que de jeunes gens parmi les volontaires.

Trois jeunes filles qui nous intéressent ici, Sophie, sa sœur Aniouta et leur amie Zhanna, jetèrent d'abord leur dévolu sur un jeune professeur dont la loyauté à la cause laissait présager qu'il accepterait, mais qui les connaissait à peine. Il était



Sophie vers vingt ans

à sa table de travail lorsqu'elles se présentèrent chez lui, petit moment de silence embarrassé, après quoi Aniouta vint au fait et posa la question, le jeune homme répondit non, tout simplement, les jeunes filles s'en furent, tout simplement, et cherchèrent un autre volontaire. Le suivant était un étudiant de bonne famille, pas très beau, mais quelle importance, qui souhaitait continuer ses études en Allemagne, quelle chance, et il accepta. Il s'appelait Vladimir Onoufriévitch Kowalevski. Le jeune homme avait huit ans de plus que Sophie, avait déjà beaucoup voyagé, publiait des livres, avait notamment perdu pas mal d'argent et acquis une réputation de révolutionnaire (et la surveillance qui va avec) en éditant un livre de Herzen, *À qui la faute ?*, vite interdit et brûlé ; il avait participé à la campagne de Garibaldi en 1866 ; d'avoir fait connaissance avec Sophie allait le stimuler intellectuellement et l'inciter à se mettre à la science (dit Pelageya Kochina [1985, p. 44]), à s'intéresser à la biologie : il correspondait déjà avec Darwin dont il serait un jour (avec la collaboration de Sophie) le traducteur en russe, et deviendrait un distingué « paléontologue évolutionniste ». Nos jeunes filles pensaient marier Aniouta, l'aînée, mais Vladimir n'accepta qu'à condition que ce fût Sophie qu'il épousât, parce qu'elle lui semblait s'intéresser vraiment à la science. Elle n'avait que dix-huit ans et ses parents n'étaient pas d'accord, mais elle leur força la main. Tout simplement, elle se rendit, seule, chez Vladimir, compromettant ainsi sa réputation, fit prévenir son père qui n'eut plus qu'à accepter le mariage. Un petit scandale qui évoque une scène d'un roman de Dostoïevski.

En tout cas c'est ainsi qu'elle se maria. Et put partir étudier en Allemagne.

Une parenthèse : chaque fois, et ce n'est pas fini, que nous avons vu Sophie ou Aniouta demander quelque chose à leur père, nous avons vu aussi le père accéder à leur désir. Tempêter, protester, menacer. Mais faire ce que veulent ses filles. On peut presque se demander s'il n'aurait pas laissé Sophie partir à l'étranger et si le mariage de Sophie avec Vladimir était vraiment indispensable. Le fait que Sophie soit mariée lui donnera quand même une certaine forme de respectabilité.

Il semble que Sophie et Vladimir se soient très bien entendus, au moins au début de leur mariage. Il n'y a pas de doute, il était amoureux d'elle — et elle sans doute aussi. L'intimité à trois avec la chimiste Julia Lermontova à Heidelberg était très agréable... jusqu'à l'arrivée d'Aniouta et de Zhanna, qui ont

occupé l'espace, chassé Vladimir et tué la calme et agréable ambiance de travail (voir [Kochina 1985, p. 98]).

Le professeur de Sophie à Berlin, Weierstraß, et ses sœurs avec qui il vivait et qui prenaient soin de son intérieur, comprenaient mal les rapports de Sophie avec son mari, en particulier le fait qu'ils ne vivaient pas ensemble (Vladimir travaillait alors pour sa thèse à Jena). Elizaveta Litvinova, une des amies mathématiciennes de Sophie, devait commenter ainsi la pratique de ces mariages blancs : pour comprendre ce qu'est un mariage fictif, « il n'est pas nécessaire d'être un génie », ce que Weierstraß était sans doute, « mais il est indispensable d'être russe », ce que Weierstraß n'était pas. En 1872, Sophie travaillait avec lui depuis deux ans, lorsqu'elle finit par lui expliquer la situation. Le résultat fut que le maître comprit enfin que l'élève aurait besoin d'un diplôme sanctionnant ses études et peut-être même d'un emploi, et qu'il décida de lui faire passer une thèse de doctorat. Ce qui sera conté au chapitre IV.

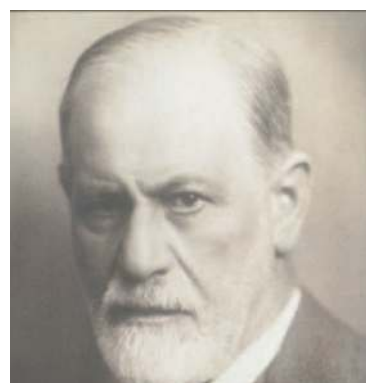
Le mariage de Sophie ne devait pas rester blanc éternellement. Voici ce que raconte Anne-Charlotte Leffler [1993, p. 165]. La scène se passe au moment où une maladie de cœur vient d'emporter subitement le père de Sophie (en 1875) :

Ce coup fut cruel pour Sophie : elle avait toujours préféré son père à sa mère, dont la nature aimable, mais légère, lui était moins sympathique : son père, de son côté, l'avait aimée avec prédilection. Cette mort la laissa donc tristement isolée. Aniouta pouvait épancher sa douleur sur son mari. Sophie restait seule ; celui qui ne demandait qu'à la consoler avait toujours été repoussé jusque-là, mais cette situation leur parut plus cruellement illogique que jamais, le besoin d'affection l'emporta, et leur union véritable fut consacrée dans le calme et le silence de cette maison de deuil.

Sigmund Freud, de six ans le cadet de Sophie, n'avait encore que dix-neuf ans en 1875... À peine vingt ans plus tard, Anne-Charlotte était déjà une de ses émules, sans doute par anticipation.

★

Elizaveta Litvinova a été l'élève de Strannolioubski (comme l'avait été Sophie), puis elle a étudié avec Hermann Schwarz à Zürich. Dans son cas, ce n'est pas un mariage mais un divorce qui a rendu les études à l'étranger possibles ! Elle a écrit des souvenirs sur Sophie dans lesquels elle dit notamment que celle-ci a été « l'étoile brillante qui a guidé les jeunes filles désireuses d'étudier ». Parmi ses élèves en Russie, on trouve la compagne de Lénine, Nadiejda Kroupskaïa [Kochina 1985, p. 60]. L'influence de Litvinova sur la pédagogie des mathématiques en Russie — en URSS — est évoquée dans [Björk 2002].



Sigmund Freud (1856–1939)



Julia Lermontova (1846–1919)

Histoire de Bunsen

Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) est l'homme qui a laissé son nom à cet appareil, le bec Bunsen, que tous ceux qui ont participé à une séance de TP de chimie ont utilisé, un brûleur à gaz que l'on emploie toujours dans les laboratoires. Ce chimiste allemand a quand même d'autres titres de gloire, ses travaux avec Kirchhoff sur la spectroscopie, par exemple. Il a été professeur à Heidelberg à partir de 1852.

Quelques mois après leur mariage, parce qu'en Russie, ce n'est pas possible, parce qu'à Vienne les cours de mathématiques ne sont pas excellents et la vie est trop chère, Sophie et Vladimir se sont installés à Heidelberg. À Heidelberg, les femmes pouvaient suivre des cours à l'université, mais à condition que les professeurs qui donnaient ces cours fussent d'accord. Précisément, une commission donnait à chacun des professeurs, individuellement, le droit de les y autoriser (ou non) si elles le leur demandaient. Il fallait donc se faire accepter. Sophie avait été acceptée par Kirchhoff, Königsberger et Du Bois-Reymond. Elle suivit donc leurs cours, ce qui lui faisait un sacré programme, vingt-deux heures de cours par semaine. Elle suivait donc notamment celui du célèbre physicien Kirchhoff, qui en parlait comme d'un sujet exceptionnel, et qui a fait beaucoup pour sa renommée. Heidelberg était alors, est toujours, une petite ville ; on connaissait Sophie et on s'arrêtait pour la regarder passer. On raconte qu'un jour, une femme avec un enfant s'était arrêtée et avait dit à son enfant « Regarde, c'est la dame qui travaille si bien à l'école ».

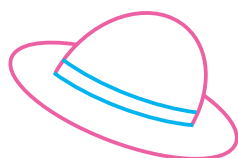
Юлиа Лермонтова (Julia Lermontova) est une cousine de Zhanna, l'amie d'Aniouta qui participait à l'affaire du mariage blanc. Elle est considérée comme chaperonnée elle aussi par les Kowalevski. Elle arrive à Heidelberg à l'automne 1869, décidée à étudier la chimie, et s'installe avec Sophie et Vladimir. Sophie réussit à faire promettre à Bunsen d'accepter son amie Julia, qui sera une des premières femmes à faire un doctorat en chimie. Mais il en veut à Sophie. Alors il va répandre des rumeurs sur son compte. Il sera encore suffisamment fâché pour, cinq ans

plus tard, en parler à Weierstraß venu passer quelques jours à Heidelberg. Laissons ce dernier raconter lui-même l'histoire dans une lettre à Sophie [Bölling 1993, lettre du 21 septembre 1874] :

Une chose qu'il faut que je te raconte. Bunsen qui, je crois, ne savait pas que tu étais devenue mon élève, t'a appelée « une femme dangereuse ». Ce qu'il fonde sur la chose suivante [...] Il avait juré de n'accepter aucune femme, en particulier aucune femme russe, dans son laboratoire. Il ne voulait pas entendre parler de Frl. Lermontof. Tu serais alors allée le voir et l'aurais supplié si tendrement qu'il n'aurait pu résister et aurait dû changer d'avis.

Cette histoire pourra sembler sans intérêt aux lecteurs innocents. Elle est pourtant une des sources des insinuations de Bell et de ses successeurs (voir le chapitre X).

★



Voir au chapitre X l'utilisation astucieuse que Bell fait de ce chapeau et de sa « perte ».

Histoire du vilain chapeau

Un des professeurs qui enseignent les mathématiques à l'université de Heidelberg, Leo Königsberger, presse Sophie d'aller étudier à Berlin. Voici notre deuxième rencontre avec le style fleuri de Gösta Mittag-Leffler [1923] :

Les leçons du disciple — Koenigsberger était bien en effet un des premiers disciples de Weierstrass — lui avaient inspiré le désir d'aller s'asseoir aux pieds du maître lui-même, pour recueillir le savoir de ses propres lèvres.

Weierstraß. Weierstraß, qui est déjà apparu ici ou là dans ces histoires, va être un des personnages principaux de ce livre. Consacrons-lui donc une courte parenthèse. Une brève biographie de ce mathématicien a été écrite par Pelageya Polubarinova-Kochina [1966], notre spécialiste russe de Sophie, pour le cent-cinquantième de sa naissance, voir aussi son livre sur Sophie [Kochina 1985, p. 61–68]. Il semble, bizarrement, qu'il n'existe pas de biographie plus développée, pas de livre en particulier. Voir, quand même, les articles [Biermann 1966 ; Biermann & Schubring 1996] et leurs bibliographies. Chacun s'accorde à le dire, Weierstraß est un excellent professeur, un excellent ami, sympathique et aimable, un excellent homme à qui rien de ce qui est humain n'est étranger (comme il est dit dans [Kochina 1985, p. 67]), il aime la nature, la poésie, la musique, il est d'ailleurs réputé avoir dit

Le point le plus élevé de notre science n'est accessible qu'à qui est, dans une certaine mesure, un poète, avec une vision prophétique et un sens de la beauté,

Voir une citation complète dans son contexte page 69.

il ne manque pas d'humour, par exemple, il a envoyé un jour (le 19 novembre 1873, pour être précise, [Bölling 1993, lettre 38]) à Sophie des formules sur les surfaces minimales qui ne devaient être que des formules, puisqu'il les appelle des *Lieder ohne Worte*... Mais n'anticipons pas et revenons à 1870.

Pas d'ambiguïté à Berlin où les règles sont plus strictes qu'à Heidelberg : acceptée par un professeur ou pas, impossible pour une femme d'entrer dans l'université. Je dis bien « entrer dans » :

il n'était pas seulement impossible de s'y inscrire ou d'y passer les examens, mais il était impossible même d'y pénétrer. Mais Sophie veut étudier avec le maître, Weierstraß, qui est aussi un célibataire endurci et lui-même opposé aux études pour les femmes.

Elle est mal habillée, comme toujours à cette époque (si l'on en croit Anne-Charlotte Leffler [1993]) et cache son visage sous un vilain chapeau qui lui donne l'allure d'une vieille femme lorsque, très impressionnée, elle va voir Weierstraß pour la première fois. Anne-Charlotte Leffler [1993] rapporte :

Aussi le professeur, ainsi qu'il me le conta lui-même plus tard, n'eut-il aucun soupçon de cette physionomie vivante et jeune, qui dès le premier abord exerçait tant d'attrait sur chacun.

Il est contre. En plus de tout le reste, il a beaucoup de tâches administratives et peu de temps. Mais il va changer d'avis. Pourquoi ?

– Elle résout les problèmes (des problèmes destinés à ses étudiants les plus avancés) qu'il lui a posés. Et ce d'une façon fine et ingénieuse qui le surprend. D'après Anne-Charlotte [1993], c'est à ce moment-là que

Joyeuse de se voir appréciée, Sophie enleva vivement son chapeau ; ses cheveux bouclés s'échappèrent, son visage rougit de plaisir, et le vieux professeur fut ému d'une singulière et paternelle tendresse pour cette femme-enfant, dont les facultés égalaient celles de ses meilleurs élèves. À partir de cette heure, le grand mathématicien devint l'ami le plus fidèle, le plus bienveillant, celui dont l'appui ne manqua jamais à Sophie ; elle fut accueillie dans la famille Weierstrass comme une fille ou une sœur.

– Elle est certainement très persuasive, même sans utiliser de séduction physique (voir le chapeau) : elle est la jeune femme capable de discuter trois quarts d'heure avec le « vieux » Spencer des capacités scientifiques des femmes (voir page 201).

– C'est la

funeste année 1870 qui causa à deux grands peuples tant de deuils et de larmes, mais qui souleva en même temps et surexita [*sic*] les passions patriotiques, [et qui] avait bouleversé les tranquilles habitudes du grand analyste des bords de la Sprée

Je ne résiste pas au plaisir d'insérer moi aussi les résultats du travail du général Schubert intitulé *Essai d'une détermination de la véritable figure de la Terre* et publié à Saint-Petersbourg en 1859, si j'en crois [Weierstraß 1861]. Il donne les mesures suivantes pour les trois axes de la Terre, considérée comme un ellipsoïde :

Grösseste Axe	
der Erde	3272671,5 Toisen
Mittlere	3272303,2
Kleinste	3261467,8

Que ceux qui avaient toujours cru que la Terre est une « sphère aplatie » aux pôles se rassurent : puisque ses axes « grand » et « moyen » ont presque la même longueur, c'est presque vrai, la Terre est *presque* un ellipsoïde de révolution.

★

Voir la lettre de décembre 1884, publiée ici au chapitre VI, pour l'autorisation faite à Sophie de pénétrer dans les locaux de l'université de Berlin.

comme le dit si bien Mittag-Leffler [1923]⁽²⁾. Plutôt que d'aller à l'université, les jeunes gens font la guerre à la France. Weierstraß a donc moins d'auditeurs à ses cours que les années précédentes (une vingtaine au lieu d'une cinquantaine).

– Sophie est la petite-fille du général Schubert, le géodésiste dont Weierstraß a cité longuement les travaux et les résultats dans un de ses articles [1861].

Pour une, pour plusieurs ou pour toutes ces raisons, on ne saura pas. Il a aussi écrit à Königsberger pour lui demander si la dame offre toutes les garanties. À sa décharge, il faut mettre le fait que la police tsariste et ses mouchards faisaient courir des bruits fort désobligeants sur la moralité des étudiantes russes, on disait par exemple que, si elles étudiaient la médecine, c'était pour pouvoir pratiquer des avortements sur leurs amies. En tout cas il accepte Sophie, il lui enseigne ce qu'il enseigne dans son cours à l'université et elle sera, pour toujours, son élève « la plus douée ». Le célèbre analyste a accepté, mais la grande institution des bords de la Sprée refuse :

Le haut consistoire demeura inébranlable, et ce n'est que bien des années plus tard, quand Sonja était déjà professeur à l'université de Stockholm, qu'elle finit par obtenir au cours d'une visite faite à Berlin en temps de vacances, la permission d'assister à quelques leçons de Weierstrass

nous conte encore Mittag-Leffler [1923], où il nous donne aussi sa version, plus sobre que celle de sa sœur Anne-Charlotte, du renoncement au chapeau :

Mme Kowalewsky réitéra ses visites chez Weierstrass, fut moins timide et renonça au chapeau rabattu. Elle avait appris les fonctions elliptiques au cours de Koenigsberger : Weierstrass lui remit un cahier de ses conférences sur les fonctions hyperelliptiques. Il fut si satisfait de la capacité qu'elle déploya à pénétrer dans ce sujet, qu'il s'offrit à lui faire, à titre privé, le même cours qu'il professait à l'Université.

★

⁽²⁾ Je vais toujours citer l'article [Mittag-Leffler 1923], paru en 1923. Il en existe une version courte [Mittag-Leffler 1900], publiée beaucoup plus tôt, lors du Congrès International des Mathématiciens de Paris en 1900. Les deux articles sont écrits en français, les lettres de Weierstraß y sont citées en allemand, elles sont traduites en français dans la version courte.

Histoire de la Commune de Paris

Qu'est-ce pour nous, mon cœur, que les nappes de sang
Et de braise, et mille meurtres, et les longs cris
De rage, sanglots de tout enfer renversant
Tout ordre ; et l'Aquilon encor sur les débris
[...]

Arthur Rimbaud [1972].

Avec des fréquentations comme les leurs, celles de Strannolioubski (qui n'enseigna pas que des mathématiques à Sophie) et de ses amis par exemple, comment s'étonner que les deux sœurs, partageant la soif de connaissances et le désir d'émancipation des jeunes nihilistes russes de leur temps, soient devenues révolutionnaires ?

Dans la première moitié des années 1860, le nihilisme désigne en Russie moins une idéologie qu'une attitude que nous qualifierions maintenant de contestataire : rejet de l'autorité des parents, de l'Église, de l'État, matérialisme, positivisme, priorité donnée aux études scientifiques (médecine, biologie), négation du romantisme et de l'idéalisme des années quarante et même du sentiment amoureux, code vestimentaire distinctif (cheveux courts, lunettes bleues, capes à la Garibaldi pour les jeunes filles, cheveux longs et bottes pour les jeunes gens — le nihilisme touchant surtout les étudiants, en majorité d'origine noble, de 18 à 25 ans). Le féminisme naissant s'exprime par la revendication de l'égalité des sexes et de l'accès des femmes à l'enseignement supérieur,

écrit Michel Niqueux dans la préface du roman *Une nihiliste* [Kovalevskaja 2004].

Cet engagement n'est pas toujours resté à l'état d'opinion pour les sœurs Kroukovskaya, et surtout pour Aniouta. La sœur de Sophie ne resta pas très longtemps à Heidelberg avec Sophie et son mari mais partit seule pour Paris. On objectera qu'elle n'avait alors plus de chaperon. C'est exact. Alors elle envoyait les lettres qu'elle écrivait à ses parents à Sophie et celle-ci les réexpédiait, le cachet de la poste faisait foi que la fille aînée était



Pelageya Kochina cite [1985, p. 33] un texte de 1891 qui indique que le gouvernement provincial de Nijni-Novgorod identifie comme nihilistes toutes les femmes qui

« portent des chapeaux ronds, des lunettes bleues, les cheveux courts et qui ne portent pas de crinolines »

et qu'il ordonne à la police de les arrêter et de leur faire quitter ces accessoires et, si elles résistent, de les exiler de la province.

On a pu remarquer aussi que cet « uniforme » n'était peut-être pas très adapté à gagner à nos jeunes gens la confiance des masses.

bien où son père et sa mère pensaient qu'elle était, c'est-à-dire à Heidelberg.

En 1871, elle et son « ami » sont très actifs dans l'éphémère Commune de Paris. J'utilise ici une terminologie anachronique ; à l'opposé de Sophie et de Vladimir, Aniouta et son ami ne sont pas très légalement mariés, du moins au début. Ils contractent ensuite un « mariage républicain » ; c'est le délégué au travail, l'Internationaliste Benoît Malon, qui les unit le 27 mars à la mairie du XVII^e. En tout cas ils vivent maritalement depuis 1870. Aniouta est membre, comme par exemple Louise Michel, du « Comité de vigilance des femmes du XVIII^e ». Aniouta est une des cinq personnes travaillant sur l'enseignement, elle a la responsabilité de l'éducation des femmes, nous apprend Ann Hibner Koblitz [1993, p. 105]. Avec André Léo (sous ce nom de plume masculin se cache Léodile Béra, une écrivaine) elle a fondé le journal *La Sociale*. Sans doute n'est-elle pas la « jeune Russe de grande naissance, instruite, belle, riche, qui se faisait appeler Dimitrieff » dont parle Lissagaray [2000, p. 219], mais elle est une de ses sœurs : elles ont toutes deux été parmi les premiers membres de la Section russe de l'Internationale — on dit d'ailleurs que c'est Aniouta, qui parlait aussi bien le français que sa sœur Sophie, qui avait traduit dans cette langue l'adresse de Marx à la première Internationale.

Lorsqu'ils apprennent la proclamation le 18 mars de la Commune, sans nouvelles d'Aniouta, Sophie et son mari partent pour Paris, passent les lignes allemandes (la romanesque histoire d'une entrée dans Paris assiégé est racontée dans la romanesque biographie d'Anne-Charlotte Leffler [1993, p. 159], scène de nuit, murailles longées dans l'obscurité, barque abandonnée, portée par la Seine qui coule, muette et sombre, on imagine l'eau grasse et les ombres terrifiantes qui ne sont finalement que des cheminées de bateaux). Ils découvrent les rues mal pavées, bordées de maisons de pauvres, pleines d'enfants déguenillés, de femmes débraillées, de vieillards qui se traînent, et qui deviennent tous des porteurs de drapeaux rouges, des pousseurs de boulets, des barricadiers. Ils sont arrivés le 5 avril, les Versaillais n'ont pas perdu de temps et ont commencé à bombarder Paris le 2, il y a donc déjà des blessés à soigner et c'est à ça que Sophie consacre son temps, jusqu'au 12 mai, elle qui avait toujours eu de l'horreur pour la misère, toute sorte de difformité, la violence et les blessures. Son mari visite les musées, les collections de fossiles parisiennes font son bonheur, il rencontre ceux des scientifiques qui sont toujours en ville et, pendant que

D'après Michel Niqueux, toujours dans la préface d'*Une nihiliste*, Elisabeth Dimitrieff était une ancienne voisine d'Aniouta à Saint-Petersbourg. Après la semaine sanglante, elle s'enfuit à Genève. Revenue en Russie, elle se consacra à la vie de famille, dit-on.

Merci à Jules Vallès pour son aide à la rédaction de ce passage.

les bombes explosent autour de lui (et ceux qui connaissent la courte et sanglante histoire de la Commune savent que cette expression est à prendre au sens strict, les autres sont invités à s'informer, par exemple en lisant [Lissagaray 2000]), il décide de se spécialiser dans les mammifères fossiles. Un coup de canon parfois qui, soudainement, fait trembler les vitres et fait sauter les cœurs, autres fossiles, une autre bombe, il sort, une détonation ! J'ai toujours beaucoup aimé les scientifiques qui ont continué à travailler à Paris pendant la Commune et que Lissagaray évoque [2000, p. 300] :

L'Académie des sciences tient toujours ses séances du lundi. Ce ne sont pas les ouvriers qui ont dit : « La République n'a pas besoin de savants. » M. Delaunay est au fauteuil. M. Élie de Beaumont dépouille la correspondance et lit une note de son collègue, M. J. Bertrand, qui s'est enfui à Saint-Germain ; ce mathématicien stérile n'est pas pour les audaces créatrices n'ayant jamais pu avoir un théorème naturel.

Sophie et Vladimir quittent Paris le 12 mai, peu de temps avant la fin des massacres. Aniouta est recherchée, son amie André Léo est arrêtée. Voici ce qu'écrit Anne-Charlotte [1993, p. 161] :

Aniouta écrivit à sa sœur pour la supplier de revenir et d'intervenir auprès de leur père, afin d'obtenir son pardon et son secours, dans la situation désespérée où elle se trouvait. J. venait d'être arrêté et condamné à mort !

Encore une fois, il s'agit d'une chose sérieuse : on a déjà exécuté sommairement plusieurs hommes que l'on a pris pour J., qui, au fait, se nommait Victor Jaclard. Le temps qu'il soit effectivement arrêté, le gouvernement s'est décidé à organiser des procès. Le général Kroukovski fait encore une fois ce que ses filles lui demandent. Il part donc avec sa femme pour Paris où tous deux arrivent avec Sophie et Vladimir. Revenons au roman d'Anne-Charlotte Leffler [1993, p. 162] :

Je n'ai pu recueillir sur cette époque que quelques anecdotes : le général s'adressa à M. Thiers, avec lequel il avait des relations, afin d'obtenir la liberté de son futur gendre. M. Thiers prétendit ne pouvoir remédier à la situation ; mais dans le courant de la conversation, il raconta, comme par hasard, que les prisonniers, au nombre desquels se trouvait J., seraient transférés le lendemain dans une [*sic*] autre lieu de détention, et qu'ils passeraient devant le Palais de l'Industrie. De fréquents rassemblements se formaient à cette époque autour de cet édifice.

Lissagaray évoque ici Joseph Bertrand, un mathématicien puissant — et lié au pouvoir financier — déjà académicien mais pas encore secrétaire perpétuel en 1871, dont nous reparlerons. Voir les notes pages 164 et 165.

Aniouta se mêla à la foule, et au moment où les prisonniers passaient, elle se glissa parmi les soldats de l'escorte, s'empara du bras de J. et l'entraîna dans une des annexes de l'Exposition, d'où ils sortirent par une autre porte et parvinrent sans encombre jusqu'à la gare. L'aventure paraît étrange et presque invraisemblable, mais je la raconte telle qu'elle est restée dans mon souvenir et dans celui de quelques amis de Sophie.

Avant sa mort, Sophie avait fait le projet d'écrire l'histoire de ces quelques semaines à Paris. Elle n'a malheureusement pas eu le temps de le faire. Nous ne saurons donc probablement jamais précisément comment Jaclard a pu s'évader.

On aura remarqué au passage qu'Anne-Charlotte Leffler, elle aussi, se souvient de choses qu'elles n'a pas connues. Il semble établi qu'Aniouta était à Londres, où Marx lui-même l'aida à trouver un logement, c'est donc peut-être Sophie ou une de leurs amies qui prit le bras de J. Et il ne me semble pas que Thiers ait été du genre à faciliter l'évasion d'un communard, eût-il été l'ami de la fille d'un général russe ; Aniouta était une communarde, une de ces « pétroleuses » qu'il haïssait si violemment. Toujours est-il que Jaclard partit pour la Suisse, où il entra grâce au passeport de Vladimir, et que le rejoignirent à Zürich Aniouta, le général et sa femme. Le « mariage républicain » contracté par Jaclard et Aniouta fut alors dûment légalisé en un officiel mariage suisse. Les deux jeunes gens furent condamnés par contumace aux travaux forcés à perpétuité, puis graciés en 1879.

Retour à Dostoïevski. Pendant les années 1874 et suivantes, Aniouta et Jaclard étaient voisins des Dostoïevski. C'est peut-être Aniouta, ou peut-être Sophie, qui expliqua à l'écrivain la logique de l'incendie des Tuileries pendant la Commune, de sorte que Versilov dira, dans *l'Adolescent* [Dostoïevski 1998, p. 507] :

À ce moment, on entendait tinter sur l'Europe un glas d'enterrement. Je ne veux pas parler seulement de la guerre, ni des Tuileries ; je savais sans cela que tout passerait, toute la figure du vieux monde européen, tôt ou tard ; mais moi, en Européen russe, je ne pouvais pas l'admettre. Oui, ils venaient alors de brûler les Tuileries... Oh ! Sois tranquille, je sais que c'était « logique ».

Je conclurai cette histoire aussi par une remarque. Jaclard était un ancien étudiant en médecine et un révolutionnaire (blanquiste puis marxiste) mais (?) il semble qu'il se soit comporté comme le pire des maris « bourgeois » et qu'il ait fait un triste sort à Aniouta, à la belle Aniouta, à la brillante jeune écrivaine, qui eut finalement une vie assez terne et plutôt malheureuse.

Histoire du retour en Russie et du suicide

La vie des deux jeunes « docteurs », qui étaient d'ailleurs toujours trois, rentrés à Saint-Petersbourg après les thèses de Sophie et de Julia à Göttingen en 1874 et celle de Vladimir à Jena en 1872 (sur « l'Anchitherium et l'histoire paléontologique du cheval »), a été difficile. Pour enseigner dans une université russe, il fallait encore passer un examen (*magister*), qui n'était pas ouvert aux femmes (voilà pour Sophie) et que Vladimir ne réussit pas à obtenir, sans doute parce qu'il se permit de critiquer les travaux d'un des examinateurs : aucune reconnaissance du travail de Sophie, pas de poste non plus pour Vladimir. Écoutons-la évoquer ce retour en Russie dans le roman *Une nihiliste* [Kovalevskaja 2004, p. 35] :

J'avais vingt-deux ans lorsque je vins habiter à Pétersbourg. Il y avait près de trois mois que j'avais terminé mes études dans une université étrangère et, mon doctorat en poche, j'étais revenue en Russie. Après avoir vécu cinq années quasiment en ermite dans une petite ville universitaire, la vie pétersbourgeoise m'avait d'emblée saisie et plongée dans une sorte d'ivresse. Oubliant pour un temps les questions relatives aux fonctions analytiques, à l'espace, aux quatre dimensions, qui naguère encore constituaient tout mon univers, je me jetai corps et âme sur de nouveaux centres d'intérêt : je nouais des connaissances à droite et à gauche, tentant de fréquenter les cercles les plus variés, j'observais avec une averse curiosité toutes les manifestations de ce remue-ménage complexe, si vain au fond mais si attirant au premier abord, qu'on appelle la vie pétersbourgeoise. À cette époque, tout m'intéressait et me réjouissait. Je trouvais de l'amusement aussi bien au théâtre qu'aux soirées de bienfaisance, ou aux interminables discussions des coterie littéraires sur toutes sortes de sujets abstraits qui n'aboutissaient jamais à rien. Les habitués de ces cercles étaient déjà las de ces débats, mais, pour moi, ils avaient le charme de la nouveauté. Je m'y adonnais avec toute la passion dont est capable une Russe, bavarde de nature et venant de passer cinq ans en terre allemande, dans la seule société de deux ou trois spécialistes,

Notre histoire est noble et tragique
Comme le masque d'un tyran
Nul drame hasardeux ou magique
Aucun détail indifférent
Ne rend notre amour pathétique

Cors de chasse
Guillaume Apollinaire, [1965].

Sophie avait vingt-quatre ans lorsqu'elle est rentrée en Russie. Son roman n'est pas une autobiographie... et nous la verrons tricher encore sur son âge — pour se rajeunir (voir page 112). Le présent « mensonge » est à peu près cohérent avec l'autre.

Cette période agitée partage nettement la vie mathématique de Sophie en deux. Avant — élève de Weierstraß — et après — mathématicienne autonome.

Conformément à une tradition bien établie, dans ce livre, les membres de phrases en italiques suivis d'un astérisque *comme ça** étaient en français dans le texte original.

Je n'ai vu aucune référence à des articles qui auraient été publiés entre juillet 1877 et 1883 — naissance de Fufa ? Vie de couple ? Prénance des affaires ?

Elizaveta Litvinova rencontrera un peu plus tard les mêmes difficultés que Sophie, se battra une dizaine d'années et deviendra la première femme à donner des cours dans l'enseignement supérieur en Russie — mais pas avec le même salaire que ses collègues.

Voir [Koblitz 1993, p. 157-158]. Cette métamorphose du mari reste un des phénomènes sociaux que j'ai le plus de mal à comprendre (voir une remarque complémentaire page 161). Elle justifie sans doute les réticences ultérieures de Sophie face à un éventuel autre mariage.

absorbés chacun par son travail particulier et ne comprenant pas comment on pouvait perdre un temps précieux en paroles oiseuses. Le plaisir que j'éprouvais à ces relations s'étendait à mon entourage. Mon entrain insufflait une animation nouvelle dans le milieu que je fréquentais. Ma réputation de femme savante m'entourait d'une certaine auréole ; mes amis attendaient quelque chose de moi, deux ou trois revues avaient déjà fait ma réclame. Ce rôle tout nouveau pour moi de femme célèbre m'embarrassait certes un peu, mais me plut beaucoup au début. Bref, je me trouvais dans une excellente disposition, dans une *lune de miel** de célébrité, en quelque sorte, et j'étais alors prête à m'écrier : « Tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes ».

Elle et Vladimir ne restent pas inactifs, ils écrivent, ils traduisent. Sophie écrit, pour Новое Время (Novoe Vremya, Temps Modernes), entre le 8 juin 1876 et le 21 juillet 1877, une dizaine de critiques théâtrales et quatre essais scientifiques, sur des recherches pour stocker l'énergie solaire, importantes, dit-elle, parce que les réserves en charbon vont diminuer (une idée déjà ancienne, donc), sur l'aéronautique, les ballons et le vol des oiseaux, sur le téléphone (télégraphe parlant) de Bell et la machine à écrire, enfin sur la fermentation et la nature des enzymes, les travaux de Pasteur.

Passons sur ces années qui ne sont certainement pas des années de bonheur tranquille et qui sont aussi celles pendant lesquelles Sophie arrête de faire des mathématiques. Elle a bien proposé de donner des cours, même gratuitement, mais on l'a refusée. Elle perd d'abord son père bien-aimé, elle va d'ailleurs perdre aussi son héritage : le général a laissé 50 000 roubles à Sophie, 20 000 servent à payer de vieilles dettes de la maison d'édition de Vladimir, malheureusement pour les 30 000 restants il se met à s'intéresser aux affaires. Ce sont les années où elle et Vladimir commencent à mener une vie de couple marié, ils ont une fille, et, tiens, justement, tout d'un coup, il ne croit plus tant que ça à ses capacités scientifiques, au point qu'elle commence à perdre confiance en elle. Il y a les affaires de Vladimir, affaires immobilières, affaires commerciales, Sophie y contribue, et ils y sont tous les deux très mauvais, aussi mauvais en affaires que tous les deux sont de bons scientifiques. Ils mènent aussi une mauvaise vie de couple mal marié, pourtant il est bien probable qu'ils s'aiment, c'est ce qui leur semble en tout cas quand ils sont séparés, mais ils ne sont pas capables de vivre ensemble. Sophie perd sa mère. Elle prend contact avec

le mathématicien Чебышёв (Tchebychev). Elle finit par quitter Vladimir et partir avec leur fille, d'abord voir Weierstraß à Berlin et à Marienbad, d'où elle écrit encore à Vladimir une lettre passionnée, puis, à la fin de 1881, rejoindre à Paris sa sœur et ses amis sociaux-démocrates et des communautés révolutionnaires russes et polonaises. C'est à ce moment-là que ses idées politiques s'affirment vraiment. Six mois plus tard, c'est Mittag-Leffler, qui dès lors va être pour Sophie une sorte de grand frère, qui lui fera rencontrer les mathématiciens français, Hermite et les autres.

Pendant ce temps, à Moscou. Une faillite catastrophique, des poursuites. Vladimir laisse une lettre implorant le pardon de Sophie pour la façon dont il a gâché sa vie et son argent (il a dilapidé l'héritage du père, et même vendu les bijoux de la mère de Sophie) et met fin à ses jours, comme on dit, d'une façon assez atroce : il avale du chloroforme (ça se passe le 27 avril 1883). L'histoire du couple de Sophie et Vladimir n'a certainement pas été une histoire « noble et tragique », mais elle se termine pathétiquement.

Lorsque, à Paris, elle apprend la nouvelle, Sophie s'effondre. Elle passe cinq jours à pleurer, enfermée dans l'obscurité sans manger ni boire, désespérée par la mort de son mari, se sentant peut-être coupable de l'avoir laissé seul. Elle refuse le médecin que son amie Maria Jankowska a appelé, tombe dans un coma dont ce médecin réussit à la faire sortir en la forçant à avaler un remède. Le sixième jour, elle s'assied dans son lit, commence à tracer des symboles sur la couverture, puis demande de quoi écrire et se met à faire des mathématiques. Une belle histoire édifiante.

Et significative : en effet, la mort de Vladimir va permettre à Sophie de (re-)commencer une carrière de mathématicienne. Ce suicide semble à Mittag-Leffler et à Weierstraß l'exaucement d'une prière, n'hésite pas à dire Ann Hibner Koblitz [1984], en tout cas le veuvage de Sophie est un soulagement pour ses amis mathématiciens : c'est à peu près la seule façon pour une femme d'être majeure et respectable. Elle est aussi libre qu'une femme peut l'être.

Et elle est respectable, ce qui va permettre à ses amis et surtout à Mittag-Leffler de lui trouver un poste.

Pour certains auteurs, si Sophie est partie pour Berlin, c'est par crainte de la répression contre les suspects de nihilisme après l'assassinat du Tsar Alexandre II le 1^{er} mars (plusieurs centaines de personnes, en grande partie de l'intelligentsia, ont en effet été arrêtées) : voir [Kochina 1985, p. 108].

Dans une longue lettre adressée à Sophie le 14 juin 1882, Weierstraß écrit [Bölling 1993, lettre 106] :

« Les quelques heures durant lesquelles j'ai eu l'occasion de faire la connaissance de Monsieur K ont suffi à me convaincre que votre relation a une déchirure interne qui menace de la détruire entièrement. Il n'a ni intérêt ni compréhension pour tes idées et tes efforts et tu ne peux pas rester dans le trouble de sa vie [...] »

Après la mort de Vladimir, c'est à Gösta qu'il écrit [Bölling 1993, p. 415], le 5 août 1883 :

« Depuis la mort de son mari, un obstacle à mes yeux très important à ses projets a disparu. »



Gösta Mittag-Leffler
(1846–1927)

On pourra apprécier le rôle de Mittag-Leffler tout au long du livre. Voir en particulier page 128 une liste de ses réussites.

Gösta, Carl et Sophie à Stockholm, histoire d'amitié

Je décris les conditions de l'engagement de Sophie à l'université de Stockholm et j'évoque sa vie dans cette ville au chapitre VII. Pour l'histoire que je raconte maintenant, la scène se passe en 1884, c'est la première année du séjour de Sophie à Stockholm et nous sommes en septembre, juste après les vacances d'été. Il faut savoir aussi que Mittag-Leffler est en train de développer, voire de créer, les mathématiques en Suède, que Sophie et lui sont plus ou moins les deux seuls mathématiciens à Stockholm et qu'ils essaient d'en faire venir d'autres, suédois ou étrangers. Anne-Charlotte Leffler [1993, p. 184] nous dit :

À son retour en Suède, en septembre, Sophie s'établit pour quelques semaines à Södertelje [Söderstälje] pour y achever sans interruption un important travail sur la « Réfraction de la lumière dans les milieux cristallins ». Mittag-Leffler et un jeune mathématicien allemand, dont Sophie avait fait la connaissance pendant l'été, demeuraient auprès d'elle, ce dernier pour l'aider dans la rédaction allemande de son travail.

[...]

Au moment où je la revis, elle préparait ses cours pour le terme prochain, et les répétait au fur et à mesure au jeune mathématicien, qu'elle avait plaisamment surnommé son *Versuchskaninchen* (lapin d'expérimentation) ; en son absence, l'emploi revenait à Mittag-Leffler.

Le « cobaye », comme on dirait aujourd'hui en français, était Carl Runge (1856–1927), qui avait fait sa thèse à Berlin avec Weierstraß et Kummer (et dont Sophie avait fait la connaissance pendant l'été 1883, c'est-à-dire l'été précédent, d'après [Kochina 1985] et [Bölling 1998]). Ils avaient échangé depuis une correspondance régulière sur des sujets mathématiques et autres. L'idée de nos deux mathématiciens « suédois » était, peut-être, de recruter Runge sur un poste à Stockholm. Joyeuse ambiance de travail, semble-t-il, amicale et détendue.

La photographie posée chez le photographe, que Reinhard Bölling a publiée [1998], ne rend pas vraiment compte de cette atmosphère. On y voit, de gauche à droite,

- une femme assise, robe noire, manteau noir, gants noirs, chapeau (toque d'astrakan ?) noir,
- une femme debout, chapeau noir avec voile noir, robe noire, manteau noir, gants noirs,
- un homme debout avec barbe, moustache et lunettes, manteau noir, gants (en cuir ?) noirs,
- une femme debout, sans chapeau, robe moins sombre, on ne voit pas ses mains,
- un homme assis avec lunettes et moustache, son chapeau sur les genoux, vêtu de sombre, sans gants.

Comme l'explique Reinhard Bölling, cet été-là, le père de Gösta et d'Anne-Charlotte était mort, c'est pourquoi tous deux sont, comme la femme de Gösta, en grand deuil. Les personnages représentés sur la photo sont en effet Anne-Charlotte, Signe (la jeune épouse de Gösta), Gösta lui-même (barbu ici), Sophie et Carl Runge. Quant à ce que la photo nous montre, en tout cas ce que j'y vois, c'est plutôt le portrait d'un homme puissant et respectable avec son entourage respectable, personne ne sourit, tout le monde regarde gravement le photographe, sauf Sophie qui regarde Mittag-Leffler, ce qui fait qu'elle est presque de profil. Une autre chose frappante, pour ceux qui s'intéressent à Sophie, c'est comme elle est petite. Même en retirant mentalement son chapeau à Signe, qui est placée symétriquement (par rapport à cet axe qu'est Gösta), celle-ci est plus grande.

Retenons en tout cas, malgré la froide respectabilité suédoise qui imprègne cette photographie, qu'en septembre 1884, Sophie, Gösta et Runge étaient très amis. Et, quand ils n'allaient pas chez le photographe, nos amis travaillaient, lisaient des articles, se racontaient leurs mathématiques, préparaient leurs cours. Par exemple, Runge lisait l'article sur la réfraction que Sophie venait de terminer. À son retour à Berlin, il envoyait encore à Sophie une liste de coquilles à corriger.

L'année suivante, les choses ont changé. Gösta écrit à Sophie, en juillet 1885, pour lui dire que Runge a « découvert » que ce que nous appelons aujourd'hui le théorème de Cauchy-Kovalevskaya, et que personne alors n'appelle le théorème de Kovalevskaya, est un théorème de Cauchy et il lui suggère d'écrire un article pour expliquer la situation. Nous verrons (au chapitre IV) que Sophie, Weierstraß et la communauté mathématique française sont déjà au courant (et publiquement) depuis dix ans. De Russie, Sophie lui répond donc assez fermement en lui rappelant que la querelle de priorité, qui n'a d'ailleurs pas eu lieu, est close, que tout ça a été discuté à

Dans une lettre que Carl Runge envoie d'Angleterre à Sophie le 21 août 1884, il lui raconte qu'il est en train de lire *Le moulin sur la Floss* de George Eliot... avant de discuter un théorème de Mittag-Leffler [Kochina 1985, p. 200].

l'Académie des sciences de Paris après la publication de notes de Darboux qui démontrait, lui aussi, le théorème de Cauchy en question, bref, et que, à moins que Runge ait découvert un autre papier de Cauchy, ce théorème est son théorème à elle, et qu'en plus, elle est bien certaine d'avoir déjà raconté cette histoire à lui, Gösta, mais aussi à Runge, et que, sans doute, Gösta ne l'avait pas écoutée.

On l'a compris, elle n'est pas très contente. Et, ma foi, elle n'a pas tort. Un ami, c'est quelqu'un qui vous écrit, dis-donc, ton théorème, il y en a un qui lui ressemble beaucoup dans un vieux papier de Cauchy, tu le savais, sa démonstration est moins bien, et il n'a pas imaginé les beaux exemples que tu as donnés, mais quand même, c'est le théorème de ta thèse, et puis ça attend votre réponse, un ami, ça ne se met pas à raconter à tous les collègues, pendant les vacances, en votre absence, en plus, eh, les gars, vous avez vu, le théorème de Sophie, il avait déjà été démontré par Cauchy avant même qu'elle soit née...

Et, du coup, Sophie est très fâchée contre Runge.

Le même été (1885), Gösta évoque dans une lettre la question de l'engagement de Runge à Stockholm ; le jeune homme semble avoir peu de chances en Allemagne, à cause, dit Gösta, de sa personnalité indépendante, mais si, pour une raison ou pour une autre, ça ne convenait pas à Sophie, qu'elle le lui dise franchement, et on n'en parlera plus. Il n'est pas nécessaire d'être un aussi grand politique que Gösta pour comprendre qu'un département de mathématiques (comme on ne disait pas à l'époque) de trois personnes ne peut pas fonctionner si ces trois personnes ne s'entendent pas. Elle lui répond très franchement et très directement : la vanité de Runge, comme celle de la majorité des Allemands, est surdéveloppée, elle n'est donc pas sûre de vouloir travailler avec lui. C'est Lindstedt qui est recruté (comme on ne disait pas non plus) et dans un sens ça facilite la vie à Gösta parce que Lindstedt est suédois. Et, rassurons-nous, ni sa personnalité indépendante ni sa vanité surdéveloppée — qui sont sans doute deux façons de décrire la même attitude, à chacun son style, à Gösta la diplomatie, à Sophie la véhémence — n'a empêché Runge d'être recruté à Hanovre et d'y commencer une brillante carrière.

Je terminerai cette histoire par deux commentaires. D'abord, ce que l'on appelle aujourd'hui « le » théorème de Mittag-Leffler a été démontré indépendamment par Runge, dans les années 1884 justement, et Sophie a suggéré (dans une lettre à Mittag-Leffler du 7 juin 1884, citée par [Cooke 1984, p. 104]) de le

publier dans *Acta Mathematica* parce qu'elle trouvait le sujet important et les deux démonstrations très différentes. Ensuite, nous avons vu Runge lire l'article sur la réfraction que Sophie venait de terminer en 1884 et même lui indiquer des corrections à y apporter, mais ce que nous n'avons pas vu, c'est qu'il ne remarqua malheureusement pas, pas plus que Weierstraß, l'erreur que Sophie y avait, à la suite de Lamé, commise, et cet article a été publié, avec sa faute, dans *Acta Mathematica*, mais ceci est une autre histoire (dont il sera question au chapitre VII).

★



Maxime Kowalevski
(1851–1916)

Histoire des lettres mélangées

C'est une histoire un peu folklorique. Sophie habite déjà à Stockholm où elle enseigne à l'université. Un célèbre juriste et sociologue russe est invité à donner une série de conférences dans cette ville. Qui s'en étonnera puisqu'ils portent le même nom, la poste confond son nom avec celui de Sophie, mélange leurs courriers, on sait qu'à l'époque on s'écrivait beaucoup — pour le plus grand bonheur des historiens. C'est peut-être ainsi que la mathématicienne et le sociologue font connaissance, à moins qu'ils ne se soient déjà rencontrés à Paris en 1882 où ils avaient le même type de fréquentations (révolutionnaires et sociaux-démocrates russes, polonais, allemands...). Il s'appelle Maxime Kowalevski, c'est sans doute un cousin éloigné de Vladimir, c'est en tout cas encore un socialiste, un ami de Marx, un correspondant d'Engels, il deviendra le dernier amour de Sophie, celui qu'elle appellera, dans une lettre citée dans [Leffler 1993, p. 223], « le gros M. » — parce qu'il prend tant de place, non seulement dans un canapé mais aussi dans la pensée.

Maxime Kowalevski aurait commencé un cours à Moscou en déclarant aux étudiants :

« Je dois vous faire un cours sur les lois de l'état, mais comme il n'y a pas de loi dans ce pays, qu'est-ce que je vais vous dire ? »

et c'est pourquoi il aurait été expulsé [Kochina 1985, p. 252].

Lorsqu'il est invité à donner un cycle de conférences à l'université de Stockholm en 1888, après avoir été expulsé de l'université de Moscou, cycle dans lequel il parle de la transition des structures matriarcales à la famille moderne (un sujet qui n'est pas sans évoquer Engels en effet, d'ailleurs le livre [Kowalevski 1890] de Maxime Kowalevski est cité plusieurs fois dans celui d'Engels [1954]), Sophie organise une soirée pour lui chez elle, avec Mittag-Leffler, l'astronome Hugo Gylden, l'écrivaine Ellen Key et le social-démocrate Karl Branting... Ils se rencontrent ensuite à Londres pendant l'été, visitent le pays, les galeries et les musées... pendant que l'Académie des sciences de Paris attend le mémoire auquel elle décernera (à la fin de l'année) le prix Bordin. Ce n'est peut-être pas un amour très facile, tous les deux sont si brillants, tous les deux sont si emportés, que les frottements ne manquent pas. Une histoire avec du bruit et de la fureur, disent les uns. Qu'en savons-nous ? Toujours est-il que les lettres de Maxime conservées dans les archives de Mittag-Leffler sont emplies d'amour pour Sophie (les lettres de Sophie

à Maxime doivent bien se trouver quelque part, mais personne ne sait où). Que Maxime lui dédie, en 1890, le plus important de ses livres. Que, encore dans ses derniers moments, Sophie dira à ses amis son amour pour Maxime. Que c'est Maxime qui fera imprimer la première édition du roman *Une nihiliste* en 1892 à Genève.

★

Le roman *Une nihiliste* s'appelle d'abord *Vera Vorontsova*. C'est Ellen Key qui a précisé que le titre choisi par Sophie était *Une nihiliste*.

Il ne sera jamais publié dans la Russie tsariste. La première édition en Union Soviétique date de 1928.



Le pont sur l'Øresund,
au XXI^e siècle et en été...

Histoire des îles danoises et de la pneumonie

Hiver 1890–91. Sophie et Maxime passent un moment à Nice où Maxime possède une villa, puis à Gênes. En janvier, elle rentre à Stockholm. On lui a dit, ou elle a lu dans les journaux, en tout cas elle croit, qu'il y a, à Copenhague, une épidémie de grippe, ou de variole, ou je ne sais pas, et d'ailleurs peu importe, alors elle choisit de ne pas y passer, elle prend un itinéraire compliqué qui la fait changer souvent de train.

J'ai essayé d'imaginer que je voyageais en train de Gênes à Stockholm, le site de la SNCF m'a jetée parce qu'il me faudrait faire plus de trois changements, celui de la *Deutsche Bahn* m'a proposé Gênes-Milan-Otten-Mayence-Hambourg-Copenhague-Stockholm, ou encore Gênes-Milan-Bâle-Hambourg-Copenhague-Malmö-Stockholm, cinq changements, ou même Gênes-Milan-Brig-Bâle-Francfort-Hambourg-Copenhague-Malmö-Stockholm, huit changements.

Et il y avait toutes ces frontières à passer. Et peut-être pas de ponts entre les îles danoises, pas encore de pont en tout cas sur l'Øresund, il fallait donc prendre un ferry, des ferrys, il est vrai aussi qu'il y avait peut-être plus de trains directs à l'époque de Sophie, l'époque des grands trains internationaux, un Milan-Hambourg, par exemple, mais essayez maintenant en évitant Copenhague...

En réalité, Sophie ne s'est pas rendue directement de Gênes à Stockholm, comme une lecture trop rapide de la biographie d'Anne-Charlotte Leffler pourrait le laisser croire : nous savons qu'elle est d'abord allée à Paris où nous savons qu'elle a rencontré Hermite ; nous savons qu'elle a ensuite passé quelques jours à Berlin chez ses amis Georg von Vollmar et Julia Kjellberg, qu'elle y a vu Weierstraß, et que c'est de là qu'elle a rejoint la capitale suédoise.

Pour Berlin-Stockholm, les itinéraires proposés par la *Deutsche Bahn* incluent un changement, soit à Kolding, soit à Hambourg et, dans tous les cas un changement à Copenhague...

En 1903, lorsque les Curie reçoivent le prix Nobel de physique, ils tardent à se rendre à Stockholm : le voyage depuis Paris est très fatigant et dure quarante-huit heures [Curie 1938].

Julia Kjellberg était une étudiante de Sophie, que le social-démocrate allemand Georg von Vollmar, un grand ami de Sophie dont nous reparlerons, avait rencontrée en 1885 lors d'un voyage à Stockholm.

Voir aussi pages 219 et 223 pour les dernières visites de Sophie à Paris et à Berlin.

C'est moins loin qu'en partant de Gênes mais pas beaucoup plus facile.

Toujours est-il que c'est en hiver, c'est au Danemark, il fait froid, il pleut ou il neige, il y a du vent, sur ces quais de gares, sur ces ferrys, sur les chemins des uns aux autres. Alors, bien sûr, Sophie est malade quand elle arrive à Stockholm. Apparemment pas trop au début puisqu'elle fait son cours, le premier cours du semestre, le 6 février, un vendredi, se rend ensuite à une soirée chez les Gylden à l'Observatoire, qu'elle quitte tôt parce qu'elle se sent fiévreuse, elle se trompe d'omnibus, il fait froid... Ça dégénère et elle se met au lit. Le lundi elle semble aller mieux, elle parle à Mittag-Leffler de ses projets sur les équations d'Euler (celles du solide, voir page 90). Mais c'est en pneumonie que ça a dégénéré, c'est le XIX^e siècle, quarante ans avant la découverte de la pénicilline... on en meurt, de pneumonie, même quand on est une brillante scientifique de quarante-et-un ans, même quand on a des tas de projets scientifiques, personnels et littéraires, comme en avait Sophie, comme elle le disait, comme elle l'écrivait à ses amis avant d'être malade, on en meurt, même quand on est heureuse, comme l'était Sophie en ce temps-là, et alors, c'est ce qu'elle fait, Sophie, elle en meurt.

Sophie meurt le mardi, le 10 février 1891.

★



Karl Weierstraß (1815–1897)

Histoire des lettres brûlées

On sait que Weierstraß et Sophie se sont beaucoup écrit, nous avons déjà lu des extraits de leurs lettres. Ils se sont écrit, au début, lorsque des vacances ou des maladies les empêchaient de se rencontrer, puis

Quand elle eut quitté Berlin en automne 1874, la correspondance continua à intervalles plus ou moins longs pendant le reste de ses jours. La dernière lettre de Weierstrass est datée du 5 février 1890. Cette partie de leur correspondance comprend 37 lettres, dont un certain nombre ont une grande importance scientifique

nous dit Gösta Mittag-Leffler [1923, p. 136], mais

Quant aux lettres de Sophie Kowalewsky à Weierstrass, il les brûla toutes après sa mort ainsi que la plupart des autres lettres qu'il avait reçues, et probablement aussi plus d'un manuscrit mathématique (ce qui est encore plus regrettable).

Les lettres que Weierstraß a écrites à Sophie et les belles mathématiques qu'elles contiennent sont aujourd'hui intégralement publiées et éditées, par Reinhard Bölling, qui va être un des héros de cette histoire [1993].

Il nous reste ses lettres à lui. C'est un peu comme si nous nous trouvions dans le bureau de Weierstraß pendant que celui-ci téléphone à Sophie et que nous entendions ce qu'il lui dit sans jamais savoir vraiment ce qu'elle lui répond, ni même si ce n'est pas à un répondeur qu'il est en train de parler. La frustration qu'en ressentent les historiens est immense.

Mittag-Leffler, lui, possédait ce que nous entendons, les lettres de Weierstraß à Sophie; Weierstraß le savait et une nouvelle touche dramatique est ajoutée par notre Gösta, qui n'était pas homme à faire disparaître quoi que ce soit :

J'avais cependant déclaré ne vouloir lire ces lettres — j'en connaissais déjà une partie de la dernière époque par Sonja elle-même — que dans le cas où je survivrais à Weierstrass.

Si Mittag-Leffler est réputé ne pas avoir été homme à faire disparaître quoi que ce soit, c'est parce qu'il a laissé de gigantesques archives à la postérité... mais on dit aussi qu'il a brûlé les lettres que Sophie avaient reçues de ses amis révolutionnaires ou sociaux-démocrates.

Il en publie de larges extraits [1900], puis [1923] vingt-trois ans plus tard, de larges extraits seulement :

De longtemps cependant on ne saurait les publier intégralement, plus d'une opinion et plus d'un jugement y étant formulés sur le compte de personnes encore vivantes.

Ce qui pourrait être la fin du roman, un roman du XIX^e siècle : après la mort de la jeune héroïne d'une maladie de poitrine, le vieux mathématicien jetant au feu les lettres de sa disciple préférée perdue à jamais... mais ce n'est pas fini, vient s'y ajouter un roman du XX^e siècle, celui de l'historien découvrant une de ces lettres désirées pourtant disparues pour toujours.

Parlons-en, de cette fin du XX^e siècle. Janvier 1990, juste après la destruction du mur de Berlin, un historien de ce qui est encore l'Allemagne de l'Est, membre du Karl-Weierstraß-Institut (eh oui) peut enfin se rendre à l'Institut Mittag-Leffler. Il est en train de terminer l'édition des lettres de Weierstraß à Sophie (je l'ai dit, elles sont désormais publiées intégralement, nous ne sommes plus en 1923, c'est le livre [Bölling 1993]), il s'appelle Reinhard Bölling. Il n'a pas beaucoup de temps, alors il n'en perd pas, il lit, fouille, cherche, copie. Laissons-le raconter ([1992], c'est moi qui traduis) :

Il était tard cet après-midi là, c'était le deuxième jour de mon séjour. Je m'apprêtais à examiner une boîte contenant des papiers posthumes de Kovalevskaya. À première vue, il ne semblait y avoir là que des documents concernant les événements liés à sa mort et aux arrangements faits juste après. Je trouvai des factures et des reçus liés les uns aux funérailles, les autres à des achats qu'elle avait faits peu avant de mourir et un grand nombre de télégrammes de condoléances d'amis et connaissances. Entre ceux-ci, je trouvai aussi des photographies et plusieurs pages couvertes d'une écriture manuscrite. Examinant ces dernières, éclairé par la faible lueur de la lampe de bureau, je découvris, à ma grande surprise, un texte rempli de mots et de phrases raturés, avec par endroits des rajouts d'une écriture gribouillée qui ressemblait à celle de Sonya elle-même. Je remarquai ensuite que le texte était écrit en allemand. Je crus d'abord que c'était peut-être le brouillon d'un travail littéraire, lorsque je remarquai des commentaires sur Mittag-Leffler et ses cours. Stupéfait, je m'efforçai de déchiffrer d'autres passages. Les mots *Dampfschiff* (bateau à vapeur) et *Stockholm* apparurent, et puis *Deine arme, kleine [...] Schülerin*. Aussi incroyable que cela pût paraître, il s'avérait que c'était une page du brouillon d'une lettre que Kovalevskaya pensait envoyer à Weierstrass.

Quand on pense au nombre de chercheurs, mathématiciens et historiens, y compris spécialistes de Sophie, qui ont fouillé les archives de Mittag-Leffler, c'est en effet à peine croyable. Le désespoir collectif causé à tous les historiens par le père de



Reinhard Bölling

Ce que je préfère, dans ce récit, c'est cette « faible lueur », qui lui ajoute un côté incontestablement romanesque... mais ce n'est pas qu'un effet littéraire : nous sommes en Suède, en janvier et à la fin de l'après-midi !

l'analyse moderne brûlant ses papiers devient le bonheur de celui de ces historiens qui retrouve ce témoignage inespéré, sans doute unique rescapé de la destruction.

De plus en plus excité, Reinhard Bölling trouve d'autres pages du brouillon, les déchiffre... Les feuilles mortes enterrées dans la boîte posthume palpitent et reprennent vie sous son regard. Le style de Sophie, son allemand brisé, fautif et exquis, ses ratures, sa vivacité... car, cerise sur le gâteau, la lettre raconte un épisode inconnu des biographes. Sophie arrive à Stockholm — le brouillon ne porte aucune indication de date mais, oui, c'est son arrivée à Stockholm en novembre 1883 pour occuper le poste de *Privatdozent* que Mittag-Leffler vient de l'aider à obtenir qu'elle raconte — en bateau, *Dampfschiff*, le bateau arrive très en avance, de sorte que personne ne l'attend, elle qui va être reçue comme une princesse, elle n'a même pas emporté l'adresse de Mittag-Leffler, forcément, puisqu'il devait être là sur le quai, à son arrivée ; alors un autre voyageur, qui imagine qu'elle est une jeune gouvernante étrangère, la prend en charge et lui trouve un hôtel dans un quartier populaire...

Bien sûr, Reinhard Bölling se demande ensuite si une version définitive a été postée, si Weierstraß a reçu la lettre dont il a le brouillon sous les yeux. Une question à laquelle il est une des personnes les mieux placées au monde pour répondre, il connaît à fond les lettres de Weierstraß à Sophie et, oui, Weierstraß a répondu à cette lettre et, de sa réponse, notre historien est même capable de deviner, de reconstituer ce que Sophie avait écrit dans les pages manquantes.

Pourquoi ce brouillon n'a-t-il pas été détruit ? Comment est-il resté plus de sept ans, du vivant de Sophie, dans ses papiers ? Comment est-il arrivé dans une boîte avec des papiers posthumes et dont, donc, le désordre de Sophie n'est pas responsable ? Comment s'est-il fait que personne n'ait ouvert cette boîte ? Nous ne le saurons sans doute jamais.

Une romancière (mais, comme je l'ai déjà dit, je ne suis pas romancière, en tout cas pas ici) pourrait trouver dans cette histoire de quoi exercer son imagination, plus dans le style de Perec [1978b] ou de Byatt [1990] que dans celui de Poe [1989]. Contentons-nous pour ce chapitre de rêver à d'autres boîtes remplies d'autres désordres.

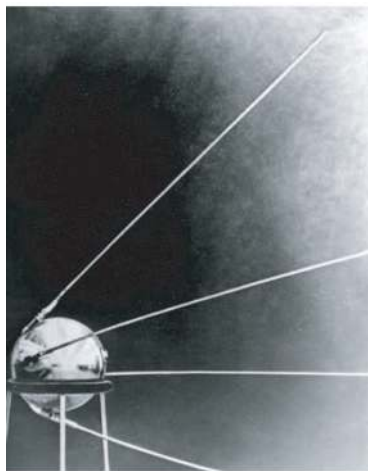
Lettres brûlées... Pendant les combats de rue de la Semaine Sanglante, la maison de Joseph Bertrand prit feu... avec beaucoup de ses manuscrits — Lissagaray nous a par avance rassurés au sujet de Bertrand lui-même : il n'était pas sur place.

Reinhard Bölling n'en est pas à sa première découverte. « Le lecteur peut facilement imaginer la joie de la découverte que je ressentis... » a-t-il écrit en 1989 à propos de l'album de photographies offert à Weierstraß pour ses soixante-dix ans [Bölling 1989 ; 1994]. Nous avons vu aussi qu'il devait publier, un peu plus tard, dans le court article [Bölling 1998], la « photo inconnue de Kovalevskaya » avec les Mittag-Leffler en grand deuil et Runge que j'ai décrite page 55.

La « lettre brûlée » est publiée dans [Bölling 1993, p. 425].

Les lettres reçues par Charles Hermite ont, elles aussi, disparu, elles aussi brûlées, dans un incendie, peu de temps après sa mort, dans un meuble, avec des carnets de notes mathématiques, qui ont brûlé aussi, m'a confirmé Catherine Goldstein, qui a ajouté qu'elle était « très en colère, surtout pour les carnets. »

★



Une sphère de 30 cm de rayon,
quatre antennes, le premier
Spoutnik

Saturne, Spoutnik, les astéroïdes, la lune

Après Galilée qui découvrit leur existence, Huygens qui observa et décrivit le plus brillant d'entre eux, Cassini qui donna son nom à une division (un intervalle) que celui-ci comportait, Kant, oui, Kant, le philosophe, qui en a proposé une théorie mathématique avant Laplace, on s'est beaucoup occupé des anneaux de Saturne. Sophie avait un arrière-grand-père astronome, le père du général Schubert, qui avait correspondu avec Laplace; elle-même a écrit un article [Kowalevski 1885b] sur la forme des anneaux de Saturne où elle a précisé des résultats de Laplace, ce que l'on sait peu. On sait davantage qu'elle a travaillé sur le mouvement d'un solide. De l'astronomie, de la mécanique, de nombreux mathématiciens russes ont suivi sa voie, on ne compte plus les systèmes mécaniques auxquels ils ont donné leurs noms. En ce temps-là, l'astronomie et la mécanique faisaient bon ménage à l'intérieur des mathématiques. Les descendants russes de Sophie lançaient le premier Spoutnik, Youri Gagarine, puis Valentina Terechkova, faisaient leurs petits tours dans l'espace...

Dans le volume aujourd'hui poussiéreux des *Astronomische Nachrichten* dans lequel Sophie a publié son article sur Saturne et à la suite de cet article, on trouve les éphémérides de la comète 1884-Wolf. On peut lire un peu plus loin que, le 14 mars 1885, au moment où l'article [Kowalevski 1885b] paraissait, on découvrait la deux cent quarante-septième « petite planète », comme on appelait les astéroïdes en allemand : 247-Eukrate.

Plus tard, un peu plus tard, une certaine Dorothea Klumpke, dont nous aurons à reparler, les observait, ces petites planètes, avec la lunette de la tour est de l'Observatoire de Paris.

Plus tard, bien plus tard, on a donné le nom de Sophie à un autre astéroïde, le 1859-Kovalevskaya, juste après le 1858-Lobatchevski, ainsi qu'à un cratère lunaire. L'astéroïde de Sophie a été découvert en Crimée le 4 septembre 1972. Avant que l'astronome qui l'a découvert lui donne celui de Sophie, il a porté le poétique nom de 1972 RS2. On continue à donner des noms aux cailloux que l'on découvre dans l'espace.



Saturne, avec ses anneaux
et la division de Cassini

Le deux mille huit cent dix-septième d'entre eux, officiellement 1982 UJ, découvert le 17 octobre 1982 à Flagstaff, s'appelle aussi 2817-Perec. Méditatifs et concentrés, les astronomes continuent à observer l'espace.

★



Et, si vous regardez attentivement...
(voir page 95).

Digressions, l'histoire, la politique, les livres, les bosses, la dégénérescence, Bryn Mawr, les nombres p -adiques et Fanny Mendelssohn, en guise de conclusion

On me dira que ça n'a rien à voir, mais... de même que je n'ai résisté ni aux mesures des axes de la Terre en toises ni aux différentes versions de la formule de Stokes, de même que je ne peux pas ne pas mentionner ici que Marie Curie, de même que Sophie, n'a été nommée professeur qu'après la mort de son mari (en 1906), et qu'elle a été la deuxième femme au monde (toujours en omettant Agnesi) à obtenir une chaire de Professeur, dix-sept ans après Sophie, je ne résisterai à aucune digression sur l'histoire et sur la politique.

Par exemple, je ne peux m'empêcher ni de voir ni de signaler le sinistre tampon « *Mathematisches Institut der Reichsuniversität Straßburg* » sur l'exemplaire de [Mittag-Leffler 1923] sur lequel je travaille, un volume qui était pourtant dans la bibliothèque avant l'annexion de l'Alsace par le troisième Reich, et qui y sera encore bien longtemps après que j'aurai arrêté de le lire. De même, on l'aura compris, j'ai saisi l'occasion qui m'était donnée par Sophie de rendre hommage aux femmes de la Commune, de même, je ne résisterai pas à mentionner les opinions politiques de tel ou tel mathématicien du XIX^e siècle, de même, j'évoquerai plus bas les influences négatives (mais anecdotiques) de la vie politique en France sur Sophie en ce printemps 2006 (voir le chapitre XII). De même, je ne vois pas bien comment je pourrais taire le fait que la réunification de l'Allemagne a fait disparaître le Karl-Weierstraß-Institut. Ne parlons-nous pas ici de l'histoire et des mathématiques ?

Eh oui, parlons-en, de l'histoire. Cet excellent homme qu'était Weierstraß a écrit, nous l'avons dit, nous le redisons, que pour être mathématicien, il fallait être un peu poète. Voici une citation complète dans son contexte [Bölling 1993, lettre 115]⁽³⁾ :

⁽³⁾ C'est une lettre à Sophie, datée du 27 août 1883, j'utilise la traduction en français de [Mittag-Leffler 1900].

Parmi les mathématiciens les plus avancés en âge, il y a diverses catégories de personnes ; proposition banale il est vrai, mais qui explique bien des choses. Mon cher ami Kummer, par exemple, [...]. Kronecker est tout autre [...].

À cela s'ajoute une imperfection qu'on rencontre chez beaucoup d'hommes extrêmement intelligents, notamment chez ceux de race sémite ; il [c'est toujours de Kronecker qu'il est question] n'a pas assez de fantaisie (je devrais plutôt dire d'intuition), et il est certain qu'un mathématicien qui n'est pas un peu poète ne sera jamais un mathématicien complet. Les comparaisons sont instructives ; les vues d'ensemble embrassant tout et dirigées vers les sommets les plus élevés, vers l'idéal, placent d'une manière éclatante Abel avant Jacobi, de même Riemann devant ses contemporains (Eisenstein, Rosenhain), et Helmholtz avant Kirchhoff (bien que chez ce dernier n'existe aucune goutte de sang sémite).

Et voilà, les juifs ont une façon différente, moins bonne, bien sûr, de faire des mathématiques, de même que les dons pour les mathématiques se manifestent par telle ou telle bosse ou par la conformation de l'œil gauche (voir page 236), de même aussi que les femmes qui en font, des mathématiques, sont des produits de dégénérescence (voir page 231), des lieux commun acceptés, ordinaires, en Allemagne en 1883... mais encore à Paris en 1900 et en Suède en 1923, lorsque Mittag-Leffler [1923, p. 190] présentait cette citation de Weierstraß ainsi :

On trouve dans cette [...] lettre [...] une classification intéressante des diverses sortes des mathématiciens.

Non seulement on peut avoir des idées sur la supériorité de tel ou tel sur tel autre, non seulement on peut argumenter ces idées par une douteuse notion de « race »... mais en plus on est capable de faire une liste, qui est juif, qui ne l'est pas. Comment l'accepter aujourd'hui ? Et comment le passer sous silence ? Parce que, en 1933, vous savez...

En parlant de 1933. Revenons à la rigueur, ou à son absence, dans un texte pourtant écrit par un mathématicien. Dans [Krantz 2002, p. 43], on peut lire (traduit par moi) :

Il n'y a pas si longtemps [...], il était très difficile pour une femme mathématicienne d'obtenir un poste universitaire. Emmy Noether (1882–1935) est venue à Bryn Mawr aux États-Unis parce qu'elle n'arrivait pas à obtenir un poste de professeur en Allemagne.

Rien de ce que dit l'auteur n'est faux. Toutes les informations qu'il donne sont parfaitement exactes. Il me semble pourtant

Sur l'antisémitisme ordinaire et officiel en Allemagne et toujours à propos de ce passage de cette lettre de Weierstraß, voir [Bölling 1993, note 19, p. 295].



Emmy Noether (1882–1935)

Le tampon n'imprime pas sa marque infamante en caractères gothiques, mais je ne peux m'empêcher de la lire ainsi — un préjugé stupide, puisque c'est le régime hitlérien qui décréta en 1941 l'abandon de l'alphabet gothique. Certains livres de la bibliothèque ont même été décorés, avec un autre tampon, d'une croix gammée.

que c'est une étrange conception de la réalité historique que de parler du départ d'Emmy Noether d'Allemagne en donnant pour raison à ce départ le fait que, comme femme, elle ne pouvait obtenir de poste, ce que le texte cité sous-entend. La réalité historique est bien plus sinistre que la situation professionnelle lamentable faite par l'institution universitaire allemande à un de ses plus brillants produits. La réalité historique, c'est qu'Emmy Noether était juive et que c'est en 1933 qu'elle a quitté son pays, ce qui change un peu la perspective. Tenons compte des contextes et de l'histoire.

Encore une digression, filée... Et, puisque j'ai évoqué ici et évoquerai encore les livres, les objets-livres de la bibliothèque de l'IRMA de Strasbourg, lorsque je mentionnerai les Œuvres complètes de Weierstraß, sachez que les volumes que j'ai utilisés ont appartenu à Kurt Hensel et portent son bel *ex-libris*, un violon et des manuscrits mathématiques devant une fenêtre ouverte sur un paysage de montagne. Kurt Hensel, un ancien élève de Kronecker, ce qui le rattache à notre histoire, est un des mathématiciens qui ont inventé les nombres p -adiques, un beau titre de gloire. Il n'a jamais enseigné à Strasbourg, il a passé presque toute sa vie professionnelle à Marburg ; en 1942, un an après sa mort, sa belle-fille a vendu ses livres de mathématiques au Reich, qui les a acquis en faveur des nouvelles Reichsuniversitäten, celles de Prague et de Strasbourg, ici le Mathematisches Institut, oui, celui dont je viens de parler des tampons, où se trouvent toujours une centaine de volumes ayant appartenu à Hensel. Et voilà comment je peux lire Weierstraß en tournant les pages que Hensel lui-même a touchées, lues et tournées. Et le violon, me dira-t-on ? Eh bien, sans doute Hensel jouait-il du violon. Après tout, on dit que c'était un petit-fils de Fanny Mendelssohn, ce qui nous rapproche de notre sujet... Digression dans la digression, on dit souvent qu'il y a aujourd'hui plus de femmes compositrices vivantes qu'il n'y en a de mortes. C'est certainement le cas aussi des femmes mathématiciennes.

Une bonne digression, c'est comme une bonne parenthèse, ça doit se refermer...

★

CHAPITRE IV

LA THÈSE DE SOPHIE, LE THÉORÈME DE CAUCHY- KOVALEVSKAYA

Lorsque Sophie a expliqué à Weierstraß, en octobre 1872, que son mariage était de pure forme, celui-ci a enfin compris qu'elle n'était pas destinée à rester une mathématicienne amatrice entretenue par son époux mais qu'elle aurait besoin d'un emploi et donc d'un diplôme et il a décidé de lui faire passer une thèse. On s'accorde en général, suivant Mittag-Leffler [1923], à penser que c'est ce dont il veut entretenir Sophie lorsqu'il lui écrit, le 26 octobre 1872 (matin) [Bölling 1993, lettre 8], traduit par moi :

Je me suis beaucoup préoccupé de vous cette nuit et comment aurait-il pu en être autrement ? Bien que mes pensées soient parties dans les directions les plus variées, elles reviennent vers un point que je dois discuter avec vous aujourd'hui. Ne craignez pas que je mentionne des choses dont nous nous sommes mis d'accord de ne pas parler, au moins maintenant. Ce que j'ai à vous dire est beaucoup plus lié à vos efforts scientifiques. Quoiqu'il en soit, je ne suis pas sûr que, avec l'admirable modestie avec laquelle vous jugez ce que vous êtes capable de faire, vous voudriez essayer mon plan. Il est préférable de discuter ceci de vive voix. C'est pourquoi, même si seulement quelques heures se sont écoulées depuis notre dernière rencontre, qui nous a tant rapprochés l'un de l'autre, soyez gentille de venir parler avec moi un moment (*ein Stündchen*) ce matin.

Et lorsqu'il a décidé de lui faire passer cette thèse, il a bien fait les choses :

– Il a choisi l'université de Göttingen, peut-être parce qu'il y avait là un précédent de diplôme décerné à une femme, Dorothea Schlözer Rodde, au XVIII^e siècle — je ne suis pas sûre que ce diplôme ait été un doctorat, je ne sais d'ailleurs pas exactement ce qu'aurait été un doctorat au XVIII^e siècle — certainement parce

qu'il sait⁽¹⁾ que cette université s'apprêtait à décerner un doctorat honorifique à Sophie Germain lorsque celle-ci est morte. Göttingen semble avoir été l'université la moins réactionnaire de toute la Prusse⁽²⁾, elle acceptera par exemple des étudiantes « dès » 1895, alors que les autres attendront encore quelques années.

– Il a demandé que la thèse soit défendue *in absentia*, ne voulant pas exposer la timide petite Sophie et son allemand fluide mais très imparfait aux questions orales d'une meute de vieux messieurs. Il me semble que la « petite Sophie » se serait sûrement défendue aussi courageusement qu'elle l'avait fait quelques années auparavant face au « vieux Spencer » (voir page 201 sq).

– Surtout, il a envoyé trois mémoires, dont chacun aurait suffi pour une thèse ordinaire.

À noter que Julia Lermontova soutiendra elle aussi à Göttingen en 1874, mais qu'elle ne sera pas dispensée de l'examen oral.

Les trois mémoires de la thèse

Les travaux sur la base desquels l'université de Göttingen a décerné le titre de docteur à Sophie le 29 août 1874 étaient donc constitués de trois textes différents, dont je donne les références publiées. Le premier est paru assez rapidement, les deux autres plus tard, alors que Sophie était déjà à Stockholm :

– *Zur Theorie der partialen Differentialgleichungen* (sur la théorie des équations aux dérivées partielles), ce que l'on appelle aujourd'hui le théorème de Cauchy-Kovalevskaya [Kowalevski 1875].

– *Über die Reduction einer bestimmten Klasse abel'scher Integrale dritten Ranges auf elliptisches Integrale* (sur la réduction d'une classe particulière d'intégrales abéliennes à des intégrales elliptiques), [Kowalevski 1884b].

– *Zusätze und Bemerkungen zu Laplace's Untersuchung über die Gestalt der Saturnringe* (sur les recherches de Laplace sur la forme des anneaux de Saturne), un travail sur la forme des anneaux de Saturne [Kowalevski 1885b].

Ceux que l'on appellerait aujourd'hui les rapporteurs, quel que soit le titre qu'ils portaient alors, étaient Lazarus Fuchs et Heinrich Weber [Cooke 1984, p. 21]. Weierstraß avait vraiment bien fait les choses :

La publication d'un des mémoires de sa thèse dans le *Journal für die reine und angewandte Mathematik* est un grand honneur pour une novice comme l'était Sophie.

⁽¹⁾Il le mentionne dans une lettre à Fuchs du 27 juin 1874 (voir [Wentscher 1909]), dont j'aurai l'occasion de reparler.

⁽²⁾Voir à ce sujet les commentaires de Grace Chisholm reproduits dans [Cartwright 1944] et ici page 235.

À mon avis, il n'y a aucun doute que *chacun* des travaux
aurait suffi pour une thèse

a-t-il écrit à Fuchs le 27 juin 1874 dans la lettre dans laquelle il présente les travaux qu'il propose pour cette thèse (cette lettre est publiée dans [Wentscher 1909]⁽³⁾), mais ce n'était pas une thèse comme les autres.

Je vais parler (un peu) longuement du théorème de Cauchy-Kovalevskaya dans ce chapitre, parce que c'est le résultat le plus important, fondé sur une des deux belles idées (voir page 241) qu'a eues Sophie dans sa courte vie scientifique. Quelques mots d'abord sur les deux autres mémoires.

Les fonctions abéliennes. Le deuxième article demandait une bonne connaissance des fonctions elliptiques, pour étudier ce qui, dans le langage géométrique d'aujourd'hui, serait sans doute appelé une courbe hyperelliptique dont la jacobienne est isogène à un produit de courbes elliptiques (c'est un anachronisme !). Une connaissance approfondie, mais peut-être pas plus d'idées originales que dans une thèse moyenne (passée ou actuelle) écrite sous l'influence du directeur de recherche. Notons quand même que des connaissances approfondies, dans ce domaine nouveau, ce n'était pas rien. D'ailleurs lorsqu'elle présentera ce travail, plus tard, en 1880, à une réunion scientifique à Saint-Pétersbourg, Sophie impressionnera beaucoup ses auditeurs par sa grande aisance dans ce sujet nouveau et empli de subtilités inconnues des non spécialistes. Dans son analyse de ses propres travaux sur les fonctions abéliennes, Poincaré [1921] parle de son intérêt pour les intégrales abéliennes « susceptibles d'être réduites aux intégrales elliptiques » et note :

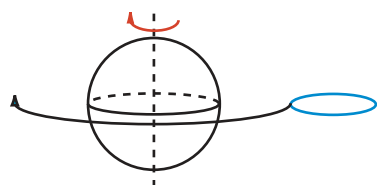
Mon attention fut de nouveau attirée sur cette question
par un Mémoire de M^{me} Kowalevski, où se trouvaient cités
deux théorèmes de M. Weierstrass [...]

Il donne des démonstrations des deux théorèmes de Weierstraß et il étend les résultats de Sophie dans [Poincaré 1886].

Cette maîtrise des fonctions abéliennes sera utile à Sophie, plus tard, dans son travail sur le solide. Mais n'anticipons pas.

Voir à ce sujet la correspondance entre Poincaré et Mittag-Leffler [Nabonnand 1999], notamment page 141.

⁽³⁾Elle est suivie dans le même volume par trois autres lettres à Fuchs, toujours datant de l'été 1874, toujours à propos de cette thèse et publiées par Schlesinger [1909].



L'ellipse de Laplace (en bleu)

Le livre de Tisserand paraît en 1891, il est écrit alors que Sophie est déjà très célèbre. Rappelons que, si les résultats de l'article dont il est question ici ont été obtenus en 1874 ou avant, cet article n'est paru qu'en 1885.



L'ellipse de Laplace, un peu déformée par Sophie, est devenue ovoïde (en rouge)

Les anneaux de Saturne. Le troisième mémoire était plutôt un travail de mathématiques appliquées. Laplace avait montré que, en supposant que les anneaux de Saturne soient liquides, leur section a , en première approximation, la forme d'une ellipse. Autrement dit, les anneaux forment un tore, une sorte de chambre à air aplatie, mais aplatie symétriquement. Voir la figure.

Il s'agissait de déterminer la courbe génératrice de façon que le liquide soit en équilibre à la surface de l'anneau, sous l'influence

- de l'attraction de l'anneau,
- de celle de Saturne,
- de la force centrifuge.

Je m'inspire ici de la présentation de Tisserand dans son livre [1891], dont les chapitres IX à XII sont consacrés aux anneaux de Saturne (et le dixième au mémoire de Sophie) :

M^{me} Sophie Kowalewski, déjà connue par de beaux travaux mathématiques, a apporté un complément heureux à l'œuvre de Laplace.

Sophie a calculé le terme suivant de l'approximation et a montré que la section de ce tore était plutôt un ovoïde (en bon français, les anneaux de Saturne, vus en coupe, ont la forme d'un œuf) et d'ailleurs, même sans approximation, que la courbe ne peut être symétrique par rapport à un axe parallèle à l'axe de révolution (vertical, sur mes figures). C'est un problème d'hydrodynamique assez difficile, dont la pertinence concerne un fluide en rotation plutôt que les vrais anneaux de la vraie planète Saturne puisque, comme Maxwell l'avait conjecturé en 1857 (et comme Sophie le savait puisqu'elle le mentionne dans l'article), comme Poincaré devait le démontrer en 1885 et comme les sondes *Voyager* allaient le confirmer un siècle plus tard, ceux-ci sont formés de particules solides.

Ce n'est pas tout à fait terminé. Nous verrons Poincaré s'attaquer au problème. La question intéressera assez Tisserand pour qu'il fasse calculer encore un terme dans une thèse... celle de Dorothea Klumpke, qui sera, en 1893, la première femme à soutenir une thèse ès sciences mathématiques en France. Voici ce qu'elle écrit dans l'introduction de cette thèse [1895, p. C.3] :

[...] Plus tard, M^{me} 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.

Sur l'invitation de M. F. Tisserand, professeur à la Faculté des Sciences dont nous avons suivi les cours, nous avons, après lui, repris le travail de M^{me} Kowalewski, et nous avons évalué les termes correspondant à la troisième approximation.

L'expression de la vitesse, à laquelle conduit la méthode de M^{me} Kowalewski, concorde avec celle obtenue par M. Poincaré, pour une masse fluide homogène animée d'un mouvement de rotation.

Venons-en à l'essentiel. Je précise que je ne suis pas spécialiste du théorème de Cauchy-Kovalevskaya, qui est le théorème de base de la théorie des équations aux dérivées partielles dans le champ complexe, je renvoie donc pour l'histoire de ce théorème à un texte de Roger Cooke [2002b] (plus récent et plus détaillé que l'évaluation parue dans son livre [1984]) sur lequel je me suis appuyée pour écrire ce chapitre et, pour une présentation plus courte de ce théorème, à [Détraz 1993, p. 251].

Évoquons ici brièvement le dernier article publié (après sa mort) de Sophie, [1891], dont on s'accorde à penser qu'il remonte à l'époque où elle travaillait sur le théorème de sa thèse (voir [Cooke 1984, p. 34 et chapitre 8]).

Bien que née à San Francisco, Dorothea Klumpke était française. La présence de Tisserand dans son jury n'est pas une coïncidence (voir [Cooke 1984, p. 174]) — c'est lui qui a posé la question — pas plus que le fait que Darboux ait présidé ce jury : que le doyen de la Faculté des sciences de Paris préside la toute première thèse soutenue dans cette institution par une femme, qui d'ailleurs assistait à ses cours, me semble assez normal (voir le rapport de Darboux sur la soutenance page 224).

Un problème de Cauchy

Le théorème de Cauchy-Kovalevskaya est le principal résultat d'existence et d'unicité de solutions d'une équation aux dérivées partielles.

Pour une équation différentielle ordinaire. Explicitons d'abord ce qu'est une équation différentielle ordinaire. On cherche à déterminer les fonctions u d'une variable t qui vérifient une relation

$$\frac{d^m u}{dt^m} = \Phi(t, u, \dots)$$

où les points représentent les dérivées de u d'ordre inférieur à m . Commençons par un exemple simple (dans lequel $m = 1$) :

$$\frac{du}{dt} = u + e^t.$$

Supposons que v soit une solution, c'est-à-dire une fonction qui satisfait à cette relation. Alors, un simple calcul montre que,

pour tout réel C , la fonction

$$u(t) = v(t) + Ce^t$$

est elle aussi une solution. Nous avons donc beaucoup de solutions (ou pas du tout). Si nous voulons une solution unique, il faut une contrainte supplémentaire. En général, le problème vient de la physique et l'on a des renseignements sur la grandeur u au temps $t = 0$, autrement dit une « condition initiale ». Ce qu'on appelle un « problème de Cauchy », c'est l'équation différentielle, plus une condition initiale. Dans l'exemple,

$$\begin{cases} \frac{du}{dt} = u + e^t \\ u(0) = u_0, \end{cases}$$

et dans le cas général

$$\begin{cases} \frac{d^m u}{dt^m} = \Phi(t, u, \dots) \\ \frac{d^k u}{dt^k}(0) = u_0^k \end{cases} \quad \text{pour } 0 \leq k \leq m-1.$$

Et ce qu'on appelle le théorème de Cauchy affirme, sous des hypothèses convenables, l'existence et l'unicité d'une solution au voisinage du temps $t = 0$.

Cauchy-Truc. Dans la tradition de l'enseignement supérieur français, on appelle plus précisément « théorème de Cauchy-Truc » un énoncé d'existence (et si possible d'unicité) d'une solution ayant telle ou telle régularité sous une hypothèse de régularité de la fonction Φ dépendant du mathématicien Truc considéré, par exemple, Cauchy-Lipschitz si elle est lipschitzienne, Cauchy-Peano si elle est continue...

Une autre question importante, mais que je n'ai pas la place d'aborder dans cette marge, est celle de la « maximalité » des solutions : sont-elles définies là où les coefficients de l'équation le sont ?

Ce que Cauchy a vraiment démontré, vers 1835, c'est la version « analytique » du théorème. La méthode qu'il a utilisée consiste à chercher une solution formelle sous la forme

$$u(t) = \sum a_n t^n$$

et à montrer que la série obtenue est convergente (c'est-à-dire, a un rayon de convergence non nul) en utilisant le « principe des séries majorantes ». Ainsi la solution est ce que l'on appelle une fonction analytique. Voici comment ça se passe dans notre exemple. La série formelle satisfait à l'équation si et seulement si

$$\sum n a_n t^{n-1} = \sum a_n t^n + \sum \frac{t^n}{n!},$$

l'égalité des termes constants donne $a_1 = a_0 + 1$, celle des termes de degré 1 donne $2a_2 = a_1 + 1$ et ainsi de suite, on obtient

$$(n+1)a_{n+1} = a_n + \frac{1}{n!},$$

ce qui permet de déterminer les coefficients de proche en proche à partir de a_0 ,

$$a_n = \frac{a_0 + n}{n!}$$

et il y a, pour tout $a_0 = u(0)$, une unique solution. Par exemple ici, avec $a_0 = 0$,

$$a_n = \frac{1}{(n-1)!} \text{ et donc } u(t) = t + t^2 + \frac{t^3}{2} + \frac{t^4}{6} + \dots$$

On vérifie ensuite que la série obtenue a un rayon de convergence non nul en la comparant à une série géométrique. Dans l'exemple considéré, le rayon de convergence est infini — et la solution est $u(t) = te^t$.

Le cas d'une équation aux dérivées partielles. On veut résoudre une équation aux dérivées partielles de la forme :

$$\frac{\partial^m u}{\partial t^m} = \Phi(t, x, u, \dots)$$

où u est maintenant une fonction de plusieurs variables, une application d'un ouvert de $\mathbf{C} \times \mathbf{C}^n$ dans un ouvert de $\mathbf{C}^p$ et Φ est une fonction analytique du temps t , de la variable d'espace $x \in \mathbf{C}^n$, de la fonction inconnue u et de ses dérivées partielles dont l'ordre par rapport à t est inférieur à m . C'est ce qu'on appelle un « problème de Cauchy » quand on donne en outre des conditions « initiales », c'est-à-dire la fonction u et ses dérivées par rapport au « temps » t à l'instant $t = 0$:

$$\frac{\partial^k u}{\partial t^k}(0, x) = g_k(x) \text{ pour } 0 \leq k \leq m-1.$$

Le contre-exemple de Kovalevskaya. Lorsque Sophie s'est attaquée au problème pour une équation aux dérivées partielles, elle a commencé par trouver un « contre-exemple » qui a beaucoup étonné Weierstraß. Je présente cet exemple et explique ensuite à quoi c'est un contre-exemple. L'équation est une équation aux dérivées partielles linéaire très classique, c'est celle qui régit la propagation de la chaleur, c'est pourquoi on l'appelle simplement « équation de la chaleur ». Elle était déjà bien connue à l'époque de Sophie puisqu'elle avait été étudiée par Fourier (une façon bien peu éloquente de rendre compte de l'apport de Fourier).



Cauchy (1789–1857)



Joseph Fourier (1768–1830)

C'est l'exemple explicité ici, remarquable par sa simplicité, qui est passé à l'histoire. Le premier contre-exemple que Sophie avait trouvé était une solution formelle divergente d'une équation beaucoup plus compliquée, comme Weierstraß va nous le confirmer.

La fonction $u(t, x)$ représente la température à l'instant t du point d'abscisse x d'une tige, elle est solution de

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

Sophie a vérifié que la série

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \frac{d^{2k} u_0}{dx^{2k}} \frac{(t-a)^k}{k!}$$

est une solution formelle, avec, pour $t = 0$, $u(0, x) = u_0(x)$. Mais, elle a aussi remarqué que la donnée initiale

$$u_0(x) = \frac{1}{1-x},$$

une fonction analytique pour $|x| < 1$, donne

$$u(t, x) = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{(2k)!}{k!} \frac{t^k}{(1-x)^{2k+1}},$$

une série qui ne converge que pour $t = 0$. Elle a encore montré que la série formelle solution diverge dès que la donnée initiale u_0 a une singularité (c'est-à-dire un pôle) quelque part, comme notre $1/(1-x)$ a un pôle en 1.

Ce résultat était inattendu et peu conforme aux idées que l'on se faisait à l'époque. Dans la lettre à Fuchs du 27 juin 1874 que j'ai déjà citée [Wentscher 1909], Weierstraß dit que c'est « une remarque inattendue et qui éveille le soupçon ». Un.e jeune mathématicien.ne qui surprend son directeur de recherches (comme on ne disait pas à l'époque) en trouvant quelque chose de complètement contraire à l'intuition que le « vieux » directeur et ses (« vieux ») collègues pouvaient s'être formée, ce n'est pas une situation exceptionnelle. C'est même à vrai dire la situation souhaitable. Les jeunes regardent le problème d'un œil neuf, et les intuitions que je viens d'évoquer peuvent, de leur point de vue, être considérées comme des préjugés. Lorsque j'évoquerai les problèmes d'attribution du théorème dont il est question dans ce chapitre, on verra que, certes, Sophie n'est pas la seule à l'avoir démontré. Mais elle est la seule jeune mathématicienne en course, et aussi la seule à avoir commencé son travail par la production d'un contre-exemple surprenant. Et donc aussi la seule à avoir insisté sur les hypothèses du théorème.

Weierstraß écrit à Du Bois-Reymond le 25 septembre 1874 (voir [Kochina 1985]) :

À part corriger ses nombreuses fautes de grammaire, je n'ai rien fait d'autre que de formuler le problème à l'auteur de la thèse en question. Et à ce sujet, je dois aussi signaler que je n'attendais rien de différent de ce qui se passe dans le cas des équations différentielles ordinaires. Pour en rester au cas le plus simple, 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 dans l'exemple de l'équation $\partial\varphi/\partial t = \partial^2\varphi/\partial x^2$ considérée dans la thèse. Ceci a été découvert, à ma grande surprise par mon élève, complètement indépendamment, d'abord pour des équations différentielles plus compliquées que celle citée — au point qu'elle a même douté qu'il fût possible d'obtenir un résultat général ; 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-Kovalevskaya. Le théorème de Cauchy-Kovalevskaya fait l'hypothèse que toutes les fonctions données sont analytiques. Il affirme l'existence d'une solution analytique du « problème de Cauchy »

$$\frac{\partial^m u}{\partial t^m} = \Phi(t, x, u, \dots)$$

avec

$$\frac{\partial^k u}{\partial t^k}(0, x) = g_k(x) \text{ pour } 0 \leq k \leq m-1$$

unique au voisinage de chaque point $(t_0, 0)$.

Remarquons que le théorème ne s'applique pas dans le cas de l'équation de la chaleur avec condition initiale de répartition de la chaleur au temps 0 puisque cette équation est d'ordre 2 mais que la dérivée par rapport au temps qui y apparaît effectivement est d'ordre 1. Il s'appliquerait si l'on échangeait x et t , donnant comme condition initiale la température (en fonction du temps) au point $x = 0$ (ce qui ne semble pas très intéressant, puisque peu réaliste).

Rappelons aussi que les équations aux dérivées partielles arrivent en général sur la table de travail des mathématiciens parce qu'elles modélisent d'authentiques problèmes de physique, et qu'elles ne leur tombent pas toutes rôties dans le bec sous la forme

$$\frac{\partial^m u}{\partial t^m} = \Phi(t, x, u, \dots)$$



Gaston Darboux (1842–1917)

On désigne toujours sous le nom de « Journal de Crelle » le *Journal für die reine und angewandte Mathematik* (Journal de mathématiques pures et appliquées), un journal fondé par Crelle, pour le distinguer du « journal de Liouville », qui porte officiellement le nom, en français, de *Journal de mathématiques pures et appliquées*.

Carl Borchardt était aussi un ami très proche de Weierstraß. D'ailleurs, ainsi qu'il le faisait pour Sophie — mais pas pour la plupart de ses autres collègues ou élèves — Weierstraß le tutoyait. Il a dirigé le journal de Crelle, qu'on appelait donc aussi à l'époque « journal de Borchardt », de 1856 à sa mort en 1880.

(ce que Sophie a appelé une « forme normale ») mais plutôt sous une forme « implicite »

$$\Psi(t, x, u, \dots) = 0.$$

Après avoir considéré ses contre-exemples, Sophie a montré que, si on pouvait mettre l'équation sous forme normale, c'est-à-dire « résoudre en $\partial^m u / \partial t^m$ », alors il y aurait une solution formelle qui converge.

Qui a démontré le théorème de Cauchy-Kovalevskaya ?

Cauchy, Kovalevskaya, Darboux et les autres. Cauchy en 1842, Sophie en 1873 (nous avons vu que le théorème a servi pour sa thèse en 1874 et qu'il est paru en 1875 dans le Journal de Crelle [Kowalevski 1875]), mais aussi Darboux qui annonce⁽⁴⁾ dans les Comptes rendus en 1875 un résultat un peu moins général, et Méray, qui, dans les mêmes Comptes rendus et la même année, annonce des résultats « considérablement plus complets » que ceux de Darboux... Ce qui prouve que, sans doute plus en 1874 qu'une trentaine d'années auparavant, le problème était dans l'air et surtout que les mathématiciens avaient besoin de ce résultat.

Tout s'est passé très aimablement entre ces personnes de qualité. Weierstraß, qui a reçu les Comptes rendus un peu en retard (il avait tardé à renouveler son abonnement !), après s'être demandé s'il fallait déposer une réclamation formelle auprès de l'Académie des sciences (lettre adressée à Sophie le 21 avril 1875 [Bölling 1993, lettre 78]), a envoyé l'article de Sophie à Hermite et demandé à l'éditeur du Journal de Crelle, qui n'était plus Crelle mais Borchardt, d'écrire à Hermite pour l'informer qu'il avait reçu l'article de Sophie en août 1874. Ce qui, entre parenthèses, montre qu'Hermite ne connaissait pas plus l'article de Cauchy en 1875 que lui et Weierstraß ne le connaissaient en 1874. Les auteurs d'un autre travail de référence sur les équations différentielles utilisé à l'époque, Briot et Bouquet, ne le mentionnaient d'ailleurs pas, eux non plus.

⁽⁴⁾Dans les Comptes rendus, on « annonce » un résultat, on dit : je sais démontrer que... et au mieux, on ajoute : j'utilise telle méthode. Il s'agit de marquer un territoire. La propriété n'est vraiment établie que lorsque la démonstration est publiée dans un journal.

Genocchi connaissait l'article de Cauchy en 1875. C'est Genocchi qui, ayant vu paraître les notes de Darboux, écrivit aux Comptes rendus pour signaler le travail de 1842 de Cauchy. Cauchy, qui a vécu soixante-huit ans, a écrit et publié environ huit cents articles (on peut se demander comment il avait le temps de réfléchir, d'imaginer et de démontrer le contenu du suivant lorsqu'il en terminait un...), ce qui explique que certains de ses résultats aient pu passer inaperçus, par exemple, la formule d'Hadamard exprimant le rayon de convergence d'une série entière comme une limite supérieure figurait, elle aussi, dans un cours de Cauchy. À l'inverse, Weierstraß donnait en 1841 une démonstration du théorème qui porte le nom de Laurent... et que celui-ci n'annoncerait qu'en 1843.

En tout cas, en 1875 et quant à ce qui ne s'appelait pas encore le théorème de Cauchy-Kovalevskaya, tous les protagonistes étaient au courant de la p-m-aternité du théorème en question.

Weierstraß a aussi fait remarquer à Hermite que ni Cauchy ni Darboux n'avaient mis en évidence la condition nécessaire pour qu'une équation aux dérivées partielles ait en effet des solutions, que ni Cauchy ni Darboux n'avaient soupçonné que des cas puissent exister où une solution formelle ne converge pas.

Nous le verrons, Sophie a entretenu des rapports amicaux avec les mathématiciens français et notamment avec Darboux, qui sera, treize ans plus tard, le rapporteur de la Commission qui lui décernera le prix Bordin.

De la rigueur (suite de la page 4). Revenons à l'histoire de Runge qui a été contée au chapitre III. En voici une version récente [Kozlov 2000] un peu étrange. Après avoir expliqué ce qu'est le théorème de Cauchy-Kovalevskaya, avec le contre-exemple montré ci-dessus, les notes de Darboux en 1875 (la date est donnée), Kozlov écrit en 2000 (je traduis en français l'article cité qui est une traduction du russe en anglais) :

Au fait, c'est Carl Runge qui a signalé les résultats anciens de Cauchy sur les solutions analytiques des équations différentielles ; il était alors *Dozent* à l'université de Berlin. Selon Mittag-Leffler, « Weierstrass était très étonné ». Pour Kovalevskaya, il était particulièrement gênant que l'information vienne de Runge, un jeune homme avec lequel elle était apparemment en bons termes.

La formule d'Hadamard, que l'on écrit aujourd'hui

$$\frac{1}{R} = \limsup \sqrt[n]{|a_n|},$$

connue de Cauchy en 1821... avant que Du Bois-Reymond n'invente la limite supérieure ($\limsup$), est démontrée en 1892 par Hadamard, qui ne connaissait à ce moment-là ni ce travail de Cauchy ni celui de Du Bois-Reymond.



Jacques Hadamard (1865–1963)

Un autre exemple d'absence de rigueur... La discussion avec Darboux et Hermite, l'intervention de Genocchi signalant l'article de Cauchy, le fait que toute cette histoire ait été connue et réglée dès 1875, ont disparu. Et, pour que ce soit crédible, il n'y a plus de date, le fait que Runge, qui n'avait que dix-neuf ans en 1875, ne soit intervenu que dix ans plus tard a disparu aussi. Pour laisser place à une insinuation qui n'a rien à voir avec l'article de Cauchy.

C'est Hadamard qui l'a nommé. Nous l'avons compris, le théorème, avec ses hypothèses, sa démonstration, sa conclusion, et les exemples montrant l'importance des hypothèses faites, ce théorème-là est dû à Sophie. Le nom de Cauchy-Kovalevskaya est bien adapté. D'abord parce que le premier à avoir étudié le problème, énoncé un résultat et donné une démonstration est Cauchy. Ensuite parce qu'on peut l'entendre comme une variante de « Cauchy-Truc » (voir page 76).

Le théorème en question est, nouvelle preuve du besoin qu'en avaient les mathématiciens, rapidement enseigné. Par exemple aux agrégatifs toulousains en 1889, qui sont pourtant, comme l'étaient déjà tous les étudiants, tout à fait ignares :

Et cette année j'avais à expliquer à quelques-uns de mes élèves qui, après avoir obtenu la licence, aspiraient à l'agrégation, le théorème de Cauchy et de M^{me} de Kowalewski sur les équations aux dérivées partielles ! Naturellement, il fallait bien leur donner d'abord quelques leçons complémentaires sur la théorie des fonctions.

écrit Stieltjes à Hermite le 22 mars 1889 ([Baillaud & Bourguet 1905a, p. 376]). Le trait d'union n'est pas encore là mais le théorème est déjà attribué.

D'après Roger Cooke, à qui j'ai fait, comme toujours, confiance, ce que j'appelle l'accouplement contre-nature (la formulation m'appartient, ce n'est évidemment pas Roger Cooke qui s'exprime ainsi) du nom de ce vieux réactionnaire de Cauchy avec celui de notre jeune (femme) révolutionnaire (grâce au trait d'union) devait être le fait de ce grand progressiste qu'était Hadamard, dans des conférences données au début du XX^e siècle à New York (publiées plus tard dans [Hadamard 1953]).

La terminologie « Problème de Cauchy » était déjà bien fixée. En feuilletant le troisième volume des Œuvres complètes d'Hadamard [1968], j'ai constaté que la terminologie « Cauchy-Kovalevskaya » (à la graphie du nom de Sophie près)

était, elle aussi, bien fixée, dès les années 1920. Voici quelques façons dont le théorème apparaît, toutes les citations viennent de [Hadamard 1968], l'année désigne l'année de parution de l'article d'où la phrase est extraite :

Les travaux de Cauchy et, sous une forme plus claire et plus aisément accessible, la fameuse démonstration de Sophie Kowalewski ont établi un théorème fondamental d'existence pour les équations aux dérivées partielles [...], (1926, p. 1457).

[...] Le théorème de Cauchy-Kowalewski conduirait à déterminer une solution de cette équation [...], (1933, p. 1574).

[...] Pour l'analyse classique, la question était censée comporter une première réponse, simple et générale, donnée par le théorème de Cauchy pour lequel on possède la célèbre et belle démonstration de Sophie KOWALEWSKI. [...], (1935, p. 1594).

[...] Au contraire, la conclusion de Cauchy-Kowalewski reste exacte, sans hypothèse d'analyticité, pour les équations du type hyperbolique. [...] (1937, p. 1661).

[...] Il est connu que ce problème, toujours possible et déterminé (en vertu du théorème de Cauchy-Kowalewski [...]) [...] (1945, p. 1669).

De la rigueur (suite)

Voici l'intégralité du texte que Gårding [1998, p. 93] consacre au théorème de Cauchy-Kovalevskaya (je traduis le texte anglais, lui-même traduit du suédois par son auteur) :

Le premier fruit des études de Sonya Kovalevski à Berlin avec Weierstrass a été le théorème de Cauchy-Kovalevski, qui est la démonstration de base de l'existence de solutions analytiques pour les équations différentielles analytiques.

Soit $f(x)$ une fonction de n variables $x = (x_1, \dots, x_n)$. Les données de Cauchy d'ordre m de f sur une surface $S : s(x) = 0$ sont définies comme les restrictions à la surface de la fonction et de ses dérivées normales d'ordre $< m$. Ces données de Cauchy sont génériquement indépendantes les unes des autres et déterminent les dérivées d'ordre $< m$ de la fonction restreintes à la surface. Pour une équation différentielle générale

$$F(x, u, \partial u, \dots, \partial^m u) = 0$$

d'ordre m en plusieurs variables $x = (x_1, \dots, x_n)$, Cauchy a formulé un problème de valeurs au bord que l'on appelle problème de Cauchy : trouver une solution de l'équation avec données de Cauchy d'ordre $< m$ sur une surface donnée. Le problème a un sens seulement quand l'équation donne la dérivée normale d'ordre supérieur comme fonction des autres. Si l'on introduit des coordonnées telles que S soit le plan $x_1 = 0$, c'est dire que l'équation peut s'écrire localement comme

$$\partial^m u / \partial x_1^m = G(x, u, \partial u, \dots, \partial^m u)$$

où le membre de gauche n'apparaît pas parmi les dérivées $\partial^m u$ du membre de droite. Dans une équation de cette forme on peut calculer par différentiation toutes les dérivées d'une solution u restreintes à S quand ses données de Cauchy sont connues. Kovalevski montre que la solution formelle, calculée de cette façon, est analytique en un point x_0 sur $x_1 = 0$ si les données de Cauchy sont analytiques et, en plus, la fonction G est analytique [(incompréhensible) en toutes les variables] pour les valeurs des dérivées $u, \partial u, \dots, \partial^m u$ correspondant aux données de Cauchy au point x_0 . La méthode, qui est empruntée à Cauchy, consiste à majorer les coefficients de la série de Taylor de u .

Le théorème s'étend aux systèmes d'équations différentielles pour un certain nombre de fonctions inconnues $u_1, \dots, u_N$. La condition est que le système puisse être résolu pour les dérivées d'ordre supérieur de toutes les fonctions et qu'aucune dérivée des membres de droite correspondants ne soit d'ordre supérieur à ces dérivées normales. Si cette condition n'est pas satisfaite, par exemple dans le cas de l'équation de la chaleur

$$u_t = u_{xx}$$

le théorème ne s'applique pas. Les solutions peuvent être analytiques en x sans l'être en t .

Ce texte peu compréhensible me semble plus intéressant pour ce qu'il ne dit pas que pour ce qu'il dit. La seule contribution qu'il attribue à Sophie, c'est d'avoir « emprunté » la méthode des séries majorantes à Cauchy pour montrer qu'une solution formelle était convergente. On comprend mal que l'on ait donné son nom à un théorème pour si peu, surtout aussi tardivement qu'en 1874. Il ne nous dit pas ce que signifie le fait que le problème a un sens, pas non plus que c'est Sophie qui a mis en évidence la condition de forme normale (décrite ici de façon un peu compliquée) et encore moins que c'est elle qui a montré que

le théorème ne s'appliquait pas pour l'équation de la chaleur et qui a fait apparaître la nécessité de cette hypothèse de forme normale, justement, et que c'est ça qui était nouveau et original dans son travail.

★

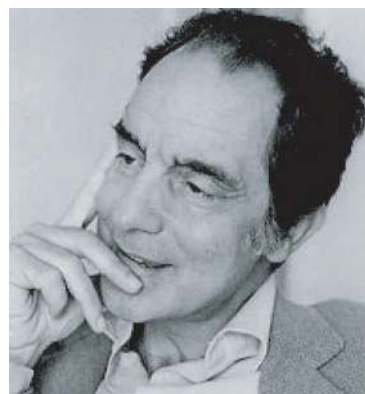
Et maintenant,
après ce chapitre empli de mathématiques
et avant un chapitre avec encore plus de
mathématiques,
une pause littéraire.

★

Une pause Les anneaux de Saturne

LAPLACE avait montré que la section des anneaux de Saturne était elliptique. On pensait à l'époque que ces anneaux étaient liquides. La science admet aujourd'hui, pour qu'ils satisfassent aux conditions d'équilibre d'un fluide, que conformément à l'idée que Cassini s'était faite au dix-septième siècle des anneaux de Saturne, ceux-ci ne sont ni gazeux ni liquides mais qu'ils sont constitués par des particules matérielles solides, discontinues, séparées par des intervalles très grands, une multitude de très petits satellites mis en relation seulement par leur attraction réciproque, très faible relativement à celle de la planète.

Pas du tout, s'écria le vieux Qfwfq ! Je me souviens très bien que c'était un liquide, un liquide très épais, comme une espèce de fromage blanc, une soupe crémeuse, du lait, oui, du lait, voilà ce que c'était. Si maintenant vous y voyez des morceaux,



Italo Calvino (1923–1985)

c'est que le lait a caillé. Ça ne serait pas étonnant, depuis le temps... En tout cas, en ce temps-là, c'était comme ça, les anneaux étaient liquides. Quant à la section, elle était elliptique, ça c'est bien vrai ! Vous pouvez me faire confiance. Je les connaissais bien, les anneaux, vous pensez, à force de les avoir au-dessus de la tête !

Au début, nous les utilisions seulement pour nous faire de l'ombre, comme des parasols. Vous ne pouvez pas imaginer ce que c'était, ces journées sur Saturne, toujours ensoleillées, sans jamais un nuage. Heureusement qu'elles ne duraient pas trop longtemps et que la nuit arrivait assez vite. Mais quand même, pendant le jour, nous nous placions de façon que les anneaux nous abritent un peu. Nous ne savions pas encore de quoi ils étaient faits. Mais bien sûr qu'ils étaient liquides, ça, le premier imbécile venu pouvait s'en apercevoir.

Nous étions tous là, ma tante M_i qui nous confectionnait de grands plats de tagliatelle, mon cousin sourd, le vieux capitaine XarlraX et ses deux sœurs, avec la petite $S_0Ph(i)$, une agréable compagnie s'il n'y avait pas eu aussi cette plaie de $0-b^eLl$, toujours à tourner autour du plat et surtout autour de la petite $S_0Ph(i)$.

Comme c'était agréable en ce temps-là, de voir la petite $S_0Ph(i)$ s'amuser d'un rien, regarder tourner ses petits morceaux de bois, s'absorber dans ses méditations, compter et recompter les lunes, rêver, les yeux sur les anneaux, couvrir des feuilles de papier de signes mathématiques, dont cette plaie de $0-b^eLl$ ne manquait jamais de dire que ça n'était pas bon, pour une aussi mignonne petite jeune fille, de passer son temps ainsi et qu'elle ferait mieux de venir se promener avec lui.

À part contempler la petite $S_0Ph(i)$, se remplir le cœur de toute sa joie, il n'y avait rien de plus beau à faire que d'admirer les bras ronds de ma tante M_i allant d'avant en arrière sur le grand tas de farine et d'œufs, ses bras blancs pommades d'huile jusqu'au dessus du coude. Car, pour faire des tagliatelle, ça, il y en avait, de la place, sur Saturne, pas seulement la place d'étaler la pâte, la place pour les jardins où mûrissaient les tomates, pour les champs où l'on cultivait le blé, pour les montagnes d'où descendait l'eau pour les irriguer, et du soleil, pour faire mûrir ce blé, car du soleil, on n'en manquait pas.

Ce qui manquait, c'étaient les troupeaux, et pourtant, ils en auraient eu, des prairies pour s'y ébattre et pour y paître. Vous allez me demander, et la viande, eh bien non, nous n'avions personne pour nous en donner, de la viande. Oh ! Nous avions

toutes sortes d'oiseaux, mais nous ne les mangions pas. Sur d'autres planètes plus avancées, du bétail, il y en avait peut-être, mais nous, sur Saturne, nous n'en avions pas, pas du tout, alors nous dégustions nos tagliatelle à la sauce tomate et nous en étions parfaitement satisfaits, sauf peut-être cette plaie de 0-b^eLl, toujours à se plaindre, ce vieux grincheux. Et ça durait comme ça, depuis toujours, jusqu'au soir, je me souviens que c'était un soir, mais bien sûr, sur Saturne, en ce temps-là, les soirs ne duraient pas longtemps, vous n'auriez pas pu appeler ça des longues soirées, ce soir-là, ma tante M_i s'exclama : « Mes enfants, si seulement j'avais un peu de lait ou de crème, comme il me serait agréable de vous faire une cassate sicilienne ! »

C'est alors que la petite S₀Ph(i), pourtant une jeune fille modeste et timide, eut une idée. Une idée brillante, je peux vous le dire. Et si cette plaie de 0-b^eLl vient vous dire que ce n'est pas elle qui a eu cette idée, que c'est, par exemple, le vieux capitaine XarlraX, ce serait de la pure mesquinerie, ne le croyez pas. L'idée de la petite S₀Ph(i), c'était les anneaux. Parce que, à force de les regarder, elle avait compris, et elle seule, que les anneaux, c'était du lait. Et, comme elle ne manquait pas de sens pratique, elle avait aussi imaginé le moyen d'en récupérer, de ce lait. « Nous allons traire les anneaux », nous dit-elle.

Il faut vous dire que, les anneaux, ils n'étaient pas bien loin. Ils nous frôlaient presque. Alors, voilà comment nous procédions. Nous montions jusqu'au sommet des Montagnes de Zinc, nous y allions à plusieurs, le vieux capitaine XarlraX, mon cousin sourd et moi-même, en suivant la petite S₀Ph(i), qui gambadait devant, son pot-à-lait à la main, parfois même sur la tête. Évidemment, cette plaie de 0-b^eLl marchait derrière nous. Que c'était désagréable, de l'avoir toujours entre les pattes, celui-là ! Voici comment la petite S₀Ph(i) avait proposé de réaliser son idée, voici comment nous trayions. Nous apportions une échelle, elle enlevait ses chaussures, y montait, accrochait son pot-à-lait en fer blanc en haut du montant de gauche, se perchait sur le dernier barreau, son pied gauche au-dessus du pot-à-lait, criait « j'y suis ! », elle arrivait tout juste à toucher le bas de l'anneau en tendant son bras gauche, vous comprenez que tout ça était instable et que c'était notre rôle, de maintenir l'échelle pour qu'elle ne tombe pas. Il fallait la voir, la petite S₀Ph(i), un sens de l'équilibre, une habileté, une ténacité, on n'aurait jamais cru ça, chez une aussi jolie petite jeune fille. Et jolie, ça, elle l'était, même si son grand chapeau la dissimulait, il fallait bien se protéger du soleil, vous n'imaginez pas ce que c'était, le

soleil, sur Saturne, en ce temps-là. Lorsque, de son index gauche, elle atteignait l'anneau, celui-ci, par une sorte de phénomène de capillarité, commençait à couler doucement le long de son bras, puis le long de son corps et de sa jambe gauche, jusqu'à son pied, et remplissait le pot-à-lait. Lorsqu'il était bien plein, elle le redescendait délicatement et nous rentrions à la maison.

Et ma tante M_i nous confectionnait, non seulement des cassates siciliennes, mais encore des *straciatelle*, des tranches napolitaines, des glaces au café et à la vanille, au tiramisu, au chocolat, au nougat, au rhum et aux raisins, et même un jour où elle était en veine d'exotisme, une plombières. Tant et si bien que les anneaux commencèrent à s'amenuiser.

Un jour de traite, la petite $S_0\text{Ph}(i)$ se lança dans un nouveau calcul, ça faisait plusieurs jours qu'on voyait qu'elle avait quelque chose derrière la tête. Puis elle posa son crayon et dit à ma tante M_i : il faut que je vous dise, Tante, les anneaux sont devenus ovoïdes. Ce qui veut dire, ajouta-t-elle, en forme d'œuf, avec un petit bout et un gros bout, et ça, ma tante M_i pouvait le comprendre, car des œufs, nous en avons, sur Saturne, avec tous ces oiseaux. Il faut bien dire que, pour expliquer quelque chose, la petite $S_0\text{Ph}(i)$, elle était championne. Tante, il faut nous arrêter, conclut la petite $S_0\text{Ph}(i)$.

C'est depuis que les anneaux ont cette forme. Ovoïdes, comme l'avait dit la petite $S_0\text{Ph}(i)$! Et que ma tante M_i ne nous fait plus de glaces. Nous nous sommes dispersés. Maintenant, quand l'envie me prend de manger une cassate sicilienne, je vais l'acheter chez Nico, sur les *Zattere*. Il m'est arrivé d'y apercevoir cette plaie de 0-b^eLl, mais j'ai fait semblant de ne pas le reconnaître. Il se peut que j'aie croisé une fois ou l'autre la petite $S_0\text{Ph}(i)$, mais je ne l'ai jamais vue, soit que je me sois baissé pour rattacher un de mes lacets, soit que j'ai tourné la tête pour regarder un pigeon s'envoler ou encore que je me sois mis à courir parce que mon vaporetto arrivait.

★

Ce texte est inspiré des *Cosmicomics* d'Italo Calvino [1968], notamment de la traite de la lune (dans *La distance de la Lune*) et du Big Bang (dans *Tout en un point*) qui se produit, comme on le sait, parce qu'une femme aimerait bien avoir la place de cuisiner un plat de tagliatelle. On trouvera sans doute aussi dans la dernière phrase un écho d'un autre roman italien que j'aime beaucoup, *L'Amant sans domicile fixe* [Fruttero & Lucentini 1988].

CHAPITRE V

LE SOLIDE

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.

George Eliot [2005].

Si le théorème de Cauchy-Kovalevskaya a été un coup de maître, le vrai morceau de gloire, pour Sophie, c'est son travail sur le solide. C'est aussi le sujet que je comprends le mieux, celui grâce auquel j'ai rencontré Sophie. Je vais donc lui consacrer un chapitre assez détaillé, avec pas mal de mathématiques.

Il me semble que l'on peut aujourd'hui, à la lumière des travaux de ces trente dernières années, faire une évaluation de ce travail beaucoup plus positive que celles que l'on peut trouver dans les ouvrages déjà un peu anciens [Cooke 1984 ; Détraz 1993] par exemple. C'est ce que je vais tenter de montrer ici en présentant le contenu des articles [Kowalevski 1889 ; 1890-91]. Je vais essayer de séparer l'information du commentaire, expliquant d'abord ce que je considère être un travail mathématique intéressant, puis ce qu'il y a effectivement dans les articles et enfin en quoi ces articles sont, en effet, remarquables.

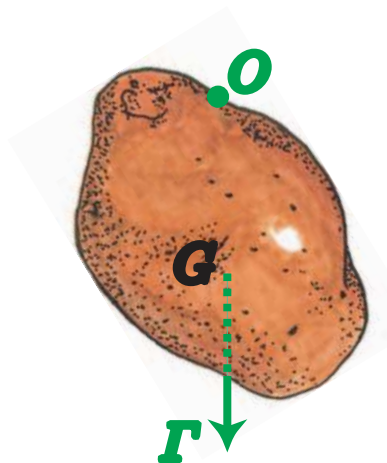
Qu'est-ce qui fait qu'un travail mathématique est intéressant ? Il y a des tas de réponses possibles à cette question et je ne prétends pas les donner toutes. Il est certain en tout cas qu'un travail

- qui fait avancer un problème sur lequel d'autres ont travaillé,
- en proposant une approche nouvelle à ce problème,
- qui met en évidence la possibilité d'appliquer des techniques nouvelles,



Euler et son « cas »

- qui pose de nouveaux problèmes sur lesquels d'autres mathématiciens vont pouvoir travailler
 - et dont on recommence à parler quatre-vingt-dix ans après sa publication
- est digne d'intérêt.



Un solide avec un point fixe O
dans un champ de pesanteur
constant Γ

À l'élégance de la typographie d'*Acta Mathematica*, qui reste un des plus beaux journaux spécialisés du monde, s'ajoute désormais pour moi la douceur de la voix *off* de la comédienne russe Olga Kokorina lisant, prononçant ces équations, en russe, dans *Le Cas de Sophie K* (voir le chapitre XII).

V.1. Ce qu'il y a dans les articles

Les deux articles [Kowalevski 1889 ; 1890-91] contiennent le travail proposé par Sophie pour le prix Bordin.

V.1.1. Un problème déjà classique. C'est un problème classique, sur lequel ont travaillé Euler, Lagrange et beaucoup d'autres. Il s'agit d'étudier le mouvement d'un solide « pesant » (c'est-à-dire soumis à un champ de pesanteur constant) avec un point fixe. Ce mouvement est régi par des équations différentielles, bien sûr, un système différentiel assez compliqué. Voici la forme sous laquelle on le trouve sur la première page de l'article de Sophie. D'après Klein et Sommerfeld [1897, p. 142], c'est le mathématicien anglais R. B. Hayward [1854] qui a, le premier, écrit ainsi les équations. Les inconnues sont p, q, r , les coordonnées du vecteur de rotation instantanée et $\gamma, \gamma', \gamma''$ les coordonnées du champ de gravitation Γ . Elles sont écrites dans un repère lié au solide (c'est pourquoi le champ de pesanteur « constant » semble varier ici).

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

Le vecteur (x_0, y_0, z_0) lie le point fixe O au centre de gravité G (lui est fixe... dans le repère mobile), les nombres positifs A, B et C sont les coefficients de la matrice d'inertie,

$$A = \iiint (y^2 + z^2) \rho \, dx \, dy \, dz, \text{ etc. } (\rho \text{ est la densité})$$

qui reflète la forme du solide (qui est constante, elle aussi, mais qui peut être tout à fait irrégulière et baroque), comme sur la figure ci-contre.

Le système différentiel est compliqué. D'ailleurs, au moment où Sophie s'y attaque, le problème traîne depuis le XVIII^e siècle et les travaux d'Euler et de Lagrange. On ne sait pas le résoudre, sauf dans deux cas :

- le cas d'Euler, celui où le centre de gravité du solide est le point fixe, c'est-à-dire où le vecteur (x_0, y_0, z_0) est nul, comme sur la figure qui accompagne notre mathématicien sur le timbre présenté ici ; dans ce cas, la pesanteur n'influence pas le mouvement, comme dans le cas d'un solide « libre » ;

- le cas de Lagrange, celui où la droite joignant le centre de gravité au point fixe est un axe de révolution du solide, c'est-à-dire celui où $A = B$ et $(x_0, y_0, z_0) = (0, 0, 1)$ — comme c'est le cas pour une toupie qui tourne sur un sol très rugueux, cas où l'on peut admettre que son point de contact avec le sol est fixe ; c'est pourquoi on appelle souvent ces solides des « toupies ». Le mot « gyroscope » serait, lui aussi, bien adapté.

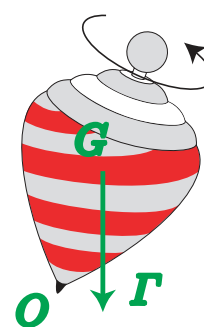
Ce n'est pas absolument trivial et même pas vraiment simple. Même dans le cas d'Euler, l'axe instantané de rotation du solide n'est pas constant. La résolution fait intervenir des fonctions elliptiques, ce qui fait qu'il y a un peu de progrès au XIX^e siècle dans l'écriture des solutions (grâce notamment à Jacobi⁽¹⁾). L'Académie prussienne des sciences avait d'ailleurs ouvert un prix de cent ducats, en 1852, puis l'avait refermé en 1858, sans avoir reçu aucune contribution. En Allemagne, on appelait ce problème *die mathematische Nixe* (la sirène mathématique). La mention de ce problème en 1871 dans un roman de George Eliot, une écrivaine qui, certes, s'intéressait à la science, est une indication de sa célébrité.

Il est certain que Sophie y pensait déjà en 1881, puisqu'elle le mentionne le 21 novembre de cette année dans une lettre à Mittag-Leffler (publiée dans [Cooke 1984, p. 95], voir ici page 117). En 1884, Poincaré demandait au même Mittag-Leffler si elle « avait continué ses recherches sur le mouvement d'un corps solide pesant autour d'un point fixe » (voir cette lettre dans [Nabonnand 1999, p. 137]). Il est possible qu'elle y ait pensé bien avant... Et si c'était elle qui l'avait indiqué à George Eliot ? Ce n'est peut-être qu'une coïncidence, dit Roger Cooke [1984, p. 13]...

V.1.2. Une approche nouvelle. Venons-en maintenant à ce que fait Sophie. Elle « remarque » que, dans les cas d'Euler et



Joseph Louis Lagrange
(1736–1813)



Une toupie, le point fixe O est le point de contact avec le sol

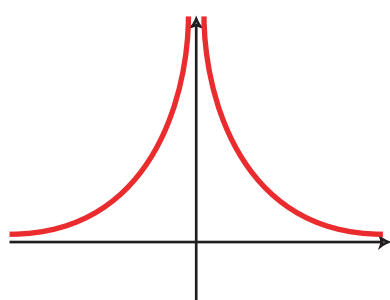
⁽¹⁾On trouvera une brève histoire du problème dans [Golubev 1960] (un livre de mathématiques) et dans [Cooke 1984] (un livre d'histoire).

de Lagrange, les solutions du système sont des fonctions *méromorphes* du temps et se demande si cette propriété est encore vraie dans le cas général.

Commentaires

– Une fonction méromorphe, c'est une fonction de variable complexe. C'est donc que Sophie a décidé de considérer le temps comme une variable complexe, ce qui était bien sûr plus dans l'air dans la deuxième moitié du XIX^e siècle qu'au temps d'Euler.

– C'est une fonction qui a des pôles. Un pôle, c'est une valeur du temps pour laquelle certaines des fonctions qui interviennent dans les solutions deviennent infinies, comme dans le cas de la fonction $t \mapsto 1/t^2$ dont le graphe est représenté ci-contre.



Un pôle : la courbe présente une asymptote verticale

C'est donc qu'il y a des valeurs du temps pour lesquelles les solutions explosent, mais ce sont des valeurs que personne n'a jamais vues (aucune des variables décrivant le mouvement d'une toupie n'est jamais partie à l'infini), elles sont imaginaires non réelles... Sophie a constaté l'existence de singularités invisibles pour des solutions qui n'en avaient pas, de singularités (mais on verra plus bas que ces solutions devaient en avoir, des pôles).

C'est implicite dans [Kowalevski 1889] mais, en général, les solutions d'un système différentiel comme celui-ci ont des singularités bien plus compliquées que de simples pôles (voir le § V.2.2). La façon dont Sophie aborde le problème est alors : est-ce que cette simplicité des singularités (invisibles) pourrait se produire pour d'autres formes du solide? Elle se demande pour quelles valeurs de la matrice d'inertie, c'est-à-dire des constantes A , B et C , et quelles positions du point fixe, c'est-à-dire des constantes x_0 , y_0 et z_0 , les solutions peuvent avoir uniquement des pôles.

V.1.3. Découverte du cas de Sophie. Elle écrit donc ses fonctions inconnues sous la forme

$$\begin{cases} p = (t - t_0)^{-m_1} P(t) & \gamma = (t - t_0)^{-n_1} \Gamma(t) \\ q = (t - t_0)^{-m_2} Q(t) & \gamma' = (t - t_0)^{-n_2} \Gamma'(t) \\ r = (t - t_0)^{-m_3} R(t) & \gamma'' = (t - t_0)^{-n_1} \Gamma''(t) \end{cases}$$

où les fonctions désignées par les lettres majuscules sont des séries entières à déterminer et dont il faudra s'assurer qu'elles sont convergentes, et elle demande que ces p , q , r , γ , γ' et γ'' soient solutions du système différentiel. Comme le temps n'apparaît pas explicitement au second membre du système en question (on dit que c'est un système autonome), on peut supposer que

$t_0 = 0$, ce qu'elle fait. D'autre part, elle veut que toutes les solutions soient de cette forme. C'est un système d'ordre 6, on a déjà choisi $t_0 = 0$, il reste cinq constantes d'intégration : il faut donc trouver des solutions de cette forme, avec cinq coefficients des séries entières laissés arbitraires.

Elle trouve d'abord sans mal que $m_1 = m_2 = m_3 = 1$ et $n_1 = n_2 = n_3 = 2$. Elle vérifie ensuite qu'en général les premiers coefficients dans P, Q, R, Γ, Γ' et Γ'' sont complètement déterminés et qu'on en déduit les suivants, uniquement, de proche en proche... sauf dans les deux cas que nous savons et un autre cas (ce qui va s'appeler la toupie de Kowalevski, c'est ce nouveau cas), où il y a un axe de révolution (comme dans le cas de l'autre toupie, celle de Lagrange), mais cette fois orthogonal à la droite joignant le point fixe au centre de gravité et où, de plus, le solide a une forme particulière, $A = B = 2C$ dans la matrice d'inertie. Ce sont des calculs d'algèbre linéaire qui ne figurent pas dans l'article principal [Kowalevski 1889] mais font l'objet de la suite [Kowalevski 1890-91]. Il y a une petite difficulté à procéder ainsi, que j'expliquerai en indiquant un calcul complètement analogue dans un cas plus simple et dans le chapitre VI.

En un sens, comme le dit Hadamard (voir [1968, tome IV, p. 1719]) (en 1895), c'est un résultat négatif,

tendant à faire supposer que la question ne pourra pas être abordée avec les instruments analytiques dont nous disposons actuellement.

V.1.4. Résolution, première phase. Sophie remarque qu'en plus des quantités conservées connues (voir ci-dessous) on en trouve facilement une autre, la fonction

$$K = |(p + iq)^2 + (\gamma_1 + i\gamma_2)|^2$$

(un polynôme en p, q, γ_1 et γ_2 , de degré 4), ce qui permet d'éliminer certaines des inconnues et de ramener le système à une forme plus simple.

Commentaires

Dans les cas d'Euler et de Lagrange, on sait écrire les solutions explicitement parce que le système est « complètement intégrable », ou « intégrable au sens de Liouville ». Ce qui veut dire qu'il a beaucoup d'« intégrales premières », de quantités conservées au cours du temps. Pour un solide général, on sait que

– la gravitation est constante, donc (au choix près des unités),

$$\|\Gamma\|^2 = \gamma^2 + \gamma'^2 + \gamma''^2 \equiv 1,$$

– de même que le moment par rapport à la verticale (c'est-à-dire à la direction du champ gravitationnel Γ)

$$Ap\gamma + Bq\gamma' + Cr\gamma'' \equiv c.$$

– Et bien sûr, l'énergie totale H est conservée (donc son double aussi) :

$$Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 - 2Mg(x_0\gamma + y_0\gamma' + z_0\gamma'') \equiv h.$$

Il y a six fonctions inconnues, mais le système n'est pas un système à trois degrés de liberté. Pour être brève, je dirai seulement que les deux premières intégrales définissent une sous-variété de dimension 4 de $\mathbf{R}^6$, sur laquelle on regarde le système comme un système, donc, à deux degrés de liberté. C'est pourquoi on recherche une intégrale supplémentaire (en plus de l'énergie).

Dans les cas de Lagrange et d'Euler, il y a une quatrième quantité conservée, et dans chacun de ces deux cas on utilise les quatre intégrales premières pour exprimer les solutions comme fonctions elliptiques.

– Dans le cas d'Euler, c'est le carré de la norme du moment cinétique total, dans les notations utilisées ici,

$$K = A^2p^2 + B^2q^2 + C^2r^2.$$

Les solutions du système

$$\begin{cases} \frac{dp}{dt} = \frac{B-C}{A}qr \\ \frac{dq}{dt} = \frac{C-A}{B}rp \\ \frac{dr}{dt} = \frac{A-B}{C}pq \end{cases}$$

paramétrisent la courbe elliptique qu'est l'intersection des deux quadriques

$$\begin{cases} A^2p^2 + B^2q^2 + C^2r^2 = k \\ Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 = h. \end{cases}$$

(ici, h et k désignent des valeurs particulières des fonctions $2H$ et K). Les solutions sont essentiellement des fonctions sn de Jacobi. On exprime ensuite γ , γ' et γ'' à l'aide de ces fonctions.

– Dans celui de Lagrange, c'est le moment de la toupie par rapport à son axe de rotation, $K = Cr$, tout simplement. On élimine toutes les inconnues sauf γ'' , qui, géométriquement, est la hauteur de l'extrémité de l'axe de la toupie et que je renomme x , et l'on trouve que ce $x = \gamma''$ est solution de l'équation différentielle

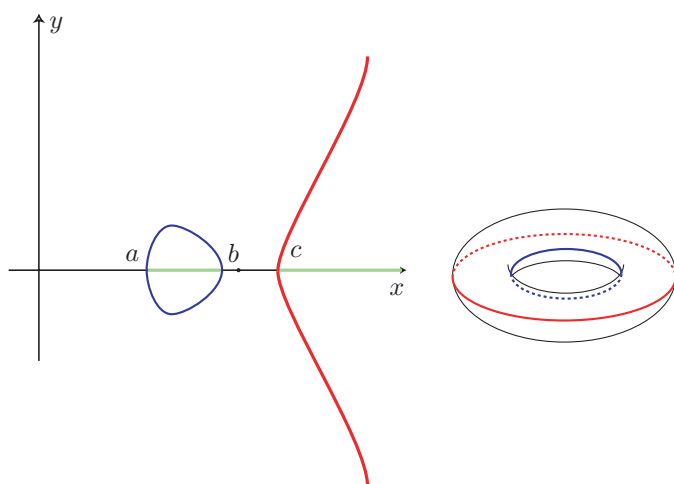
$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = (1-x^2)(\alpha-2x) - (c-kx)^2$$

Bien sûr, ni Euler ni Lagrange n'ont utilisé les fonctions elliptiques comme nous les ont enseignées Jacobi puis Weierstraß — je fais ici un exposé moderne.

où c et k sont les valeurs des intégrales premières mentionnées ci-dessus et α est une fonction de h et k (qu'il n'est pas indispensable d'écrire précisément). Un changement de variable $X = ax + b$ (où a et b ne dépendent que de ce polynôme de degré 3 (et donc que des valeurs des intégrales premières) ramène le polynôme à la forme $4X^3 - g_2X - g_3$, la solution générale de notre équation différentielle est alors

$$x = \frac{1}{a}(\wp(at - D) - b)$$

où a et b ont déjà été définis, D est une constante d'intégration et $\wp$ désigne la « fonction $\wp$ de Weierstraß » associée au réseau correspondant au polynôme $4X^3 - g_2X - g_3$. Remarquons que cette fonction a des pôles doubles, en accord avec le calcul de Sophie qui annonçait que n_3 , l'ordre du pôle de γ'' devait être égal à 2.



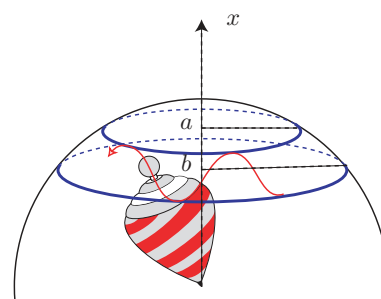
Appelons, pour simplifier, P le polynôme

$$P(x) = (1 - x^2)(\alpha - 2x) - (c - kx)^2.$$

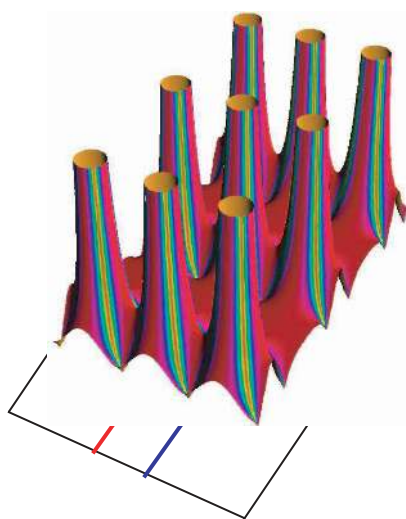
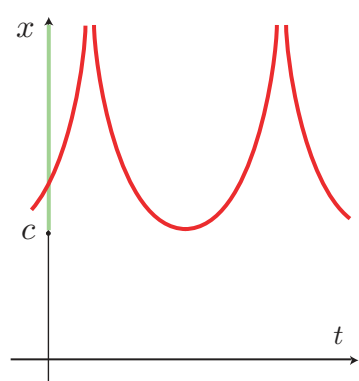
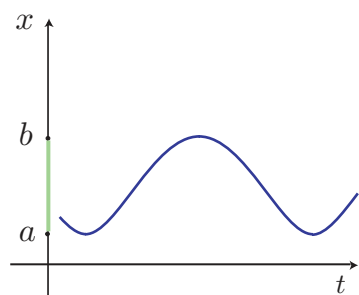
Les figures montrent la courbe d'équation $y^2 = P(x)$, plus précisément sa partie réelle pour la première et la courbe complexe elle-même (avec un point « à l'infini » rajouté sur la courbe rouge) qui est isomorphe au quotient de $\mathbf{C}$ par le réseau définissant la fonction $\wp$, pour la deuxième, c'est une courbe elliptique, une courbe « de genre 1 ».

Le petit ovale bleu modélise bien les mouvements réels de la toupie : sur ce petit ovale, l'abscisse $x = \gamma''$ est inférieure ou égale à 1, comme elle le doit. Notons que x est bloqué entre les deux racines plus petites que 1 du polynôme P , ce que l'on

Et, si vous regardez attentivement, vous reconnaîtrez, sur l'exlibris représenté page 68, une courbe très semblable à celle-ci, une courbe elliptique.



Nutation de l'axe de la toupie



C'est Olivier Elchinger, un étudiant du magistère de mathématiques de Strasbourg, qui a réalisé cette figure, à l'aide du logiciel *Mathematica*.

voit effectivement lorsqu'on regarde tourner une toupie : c'est le mouvement de « nutation » de l'axe.

Les figures suivantes représentent la variable x en fonction du temps, sur chacun des morceaux de la courbe (on notera les pôles sur la courbe rouge), c'est-à-dire une partie des valeurs de la fonction $\wp$. La troisième figure représente la fonction $\wp$ elle-même : elle représente le graphe de la fonction $|\wp|$, parfois appelé le « paysage analytique » de la fonction $\wp$, ce qui pourrait laisser croire que l'on n'y voit pas « tout » de cette fonction, mais ce n'est pas vrai puisque les couleurs représentent l'argument.

Dans le cas représenté, le polynôme P a, comme celui obtenu pour la toupie, trois racines réelles (dont deux entre -1 et 1 et une plus grande que 1), d'où la forme particulière de la courbe avec ses deux composantes. La courbe complexe elle-même, a toujours la forme d'un tore. C'est ce qu'on appelle une courbe elliptique, une courbe de genre 1. Pour continuer à exploiter cet exemple, remarquons que la fonction $\wp$ a un pôle double en chaque point du réseau, et donc que nos solutions ont aussi des pôles doubles, mais que l'emplacement de ceux-ci dépend de la solution considérée, *via* la constante d'intégration D . C'est ce que l'on appelle des pôles « mobiles » (voir plus bas le § V.2.2).

Et pour en finir avec la toupie, ces pôles ne sont pas réels, ce que l'on voit clairement sur les figures. La composante de la courbe réelle qui donne des solutions réelles est l'ovale bleu, la composante bornée ($x = \gamma''$ doit être plus petite que ou égale à 1 puisque $\gamma^2 + \gamma'^2 + \gamma''^2 = 1$), le point à l'infini (qui correspond, *via* $\wp$, aux points du réseau) est, lui, sur l'autre composante. Ce sont bien des pôles « invisibles » comme je les ai qualifiés ci-dessus.

Ceci pose la question de savoir comment on trouve une intégrale première. Dans le cas de la toupie, on l'a vu, c'est la physique (ou la géométrie du problème) qui donne la réponse. D'autre part, une fois que l'intégrale est écrite, il n'est pas bien difficile de vérifier (en dérivant par rapport au temps) que c'est en effet une quantité conservée. Remarquons encore que l'intégrale première supplémentaire est de degré 2 dans le cas d'Euler, qu'elle est de degré 1 dans celui de la toupie, alors que celle de Sophie est de degré 4, ce qui va contribuer à la difficulté des calculs... et rendre son interprétation physique difficile.

Ceci pose surtout la question du rapport entre le fait que les solutions soient méromorphes, ce qu'a supposé Sophie, et le fait

qu'il y ait une intégrale première supplémentaire, qui arrive dans l'article de façon assez abrupte et étonnante. J'y reviendrai.

V.1.5. Résolution, deuxième phase. Ce que Sophie veut faire, pour le prix Bordin, peut-être parce qu'elle est de l'avis, comme Weierstraß, qu'il faut accorder beaucoup d'attention à l'exposition de tous les détails, c'est *résoudre* le système, ne serait-ce que pour vérifier que les solutions sont effectivement méromorphes. Elle ramène le système différentiel aux deux équations

$$0 = \frac{ds_1}{\sqrt{R(s_1)}} + \frac{ds_2}{\sqrt{R(s_2)}}$$

$$dt = \frac{s_1 ds_1}{\sqrt{R(s_1)}} + \frac{s_2 ds_2}{\sqrt{R(s_2)}}$$

où R est un polynôme de degré 5. C'est complètement analogue au

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = P(x)$$

du cas de la toupie, que nous aurions aussi pu écrire

$$dt = \frac{dx}{\sqrt{P(x)}}.$$

C'est là qu'elle en est, en 1886, et c'est à ce moment-là que le prix Bordin est annoncé. Il reste à « inverser les intégrales » : on veut exprimer les variables dynamiques en fonction du temps et pas l'inverse !

Il lui reste donc une cinquantaine de pages de changements de variables, démonstrations et calculs pour arriver à exprimer effectivement les solutions en termes de fonctions ϑ de deux variables. Cela a d'ailleurs pris pas mal de temps à Sophie, occupée par ses cours et ses autres tâches universitaires (*Acta Mathematica*, par exemple), la maladie et la mort de sa sœur Aniouta fin 1887, sa fille, son travail littéraire avec Anne-Charlotte, sa liaison avec Maxime Kowalevski — mais elle a réussi à envoyer une version de son mémoire avant la date limite du 1^{er} juin 1888 et la version définitive à la fin de l'été.

Les fonctions ϑ de deux variables sont les analogues en dimension 2 de la fonction $\wp$: au lieu d'un polynôme de degré 3 et d'une équation, comme chez Lagrange, Sophie a un polynôme de degré 5 et deux équations.

Bizarrement, dans son évaluation [Cooke 1984] des travaux scientifiques de Sophie, Roger Cooke ne relève pas le caractère surprenant de l'apparition de cette intégrale première, qui est pourtant notée par exemple par Голубев (Golubev), dans le livre [Golubev 1960] (un ouvrage datant du début des années 1950 et traduit en anglais en 1960, que Roger Cooke lui-même cite). La relation entre « solutions méromorphes » et existence d'intégrales premières est d'ailleurs aujourd'hui toujours aussi mystérieuse.

Commentaires

(1) Un des passages du système différentiel originel au système que je viens de recopier dans [Kowalevski 1889] est souvent qualifié dans la littérature mathématique de « mystérieux changement de variables ». Citons ici Roger Cooke [1984, p. 156 sq] :

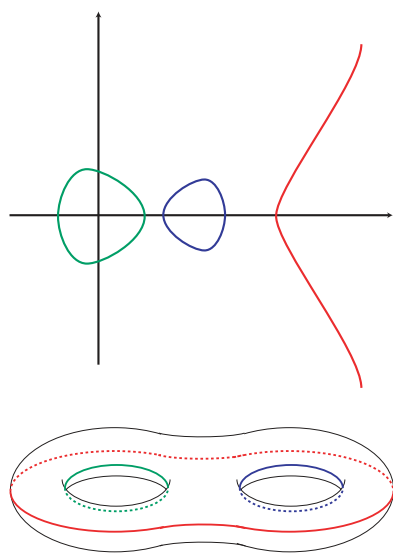
Cette chaîne de transformations est certainement formidable et est la preuve soit d'une habileté extraordinaire dans le calcul, soit d'une patience prodigieuse, soit des deux.

J'avoue qu'il y a des « mystères » que je trouve plus profonds et plus fondamentaux que la seule « habileté » de Sophie. Et que cette habileté ne me semble pas très éloignée d'une douteuse « intuition féminine »... Sans parler de la non moins féminine patience — qui n'était sans doute pas une des vertus cardinales de Sophie.

(2) Cette fois, il y a une courbe hyperelliptique de genre 2 (celle d'équation $y^2 = R(x)$, pour ce polynôme R de degré 5 ; les figures montrent la courbe et sa partie réelle).

(3) Quand on en est au système sous la forme donnée ci-dessus, eh bien, on sait qu'on a, en théorie, le résultat ; les solutions s'expriment en termes de fonctions ϑ (la courbe est de genre 2, ce sont donc des fonctions ϑ de deux variables, de même que les fonctions elliptiques des cas d'Euler et de Lagrange s'expriment en termes de fonctions ϑ d'une variable). Mais, je l'ai déjà dit, Sophie veut résoudre, vraiment résoudre. Et, je l'ai dit quand j'ai parlé de sa thèse au chapitre IV, les fonctions abéliennes, elle connaît.

(4) Je vais évoquer plus bas une façon naturelle d'arriver à ce système et à son intégrabilité dont on verra qu'elle fera intervenir une courbe de genre 3. Et cette évocation fera apparaître un nouveau mystère, les relations entre cette courbe et celle de Sophie.



Une courbe de genre 2

V.2. Actualité et modernité de ce travail

Commençons par ce que relèvent les commentateurs (anciens ou modernes).

(1) La Commission qui attribue le prix relève surtout l'utilisation des fonctions ϑ de deux variables, c'est la première fois que ces nouvelles fonctions sont utilisées pour résoudre un problème indépendant de la théorie des fonctions. L'intitulé du prix était :

Perfectionner en un point important la théorie du mouvement d'un corps solide

Non seulement le problème posé a avancé, la théorie du mouvement d'un corps solide a été « perfectionnée », mais en plus, elle l'a été à l'aide de ces nouvelles fonctions que l'on est heureux de voir enfin appliquées (voir le rapport cité page 169).

(2) J'ai déjà mentionné le célèbre « mystérieux » changement de variables.

(3) On note aussi la « bizarrerie » du cas de Sophie, on n'a jamais vu de « toupie de Kowalevski », on peut bien sûr en dessiner une, il y a par exemple une figure dans [Polubarinova-Kochina 1978], mais c'est vraiment artificiel. D'ailleurs, Roger Cooke mentionne dans [1984], et me confirme en m'envoyant le texte d'une lettre de Weierstraß à Schwarz, que le maître avait demandé à son autre « élève préféré » d'en fabriquer une pour Sophie (qu'il appelle « Frau K. » dans cette lettre) ; ah ! quel bonheur d'avoir un élève bricoleur !

(4) Le mouvement lui-même, fonctions ϑ ou pas, est très compliqué. Je cite encore Roger Cooke [1984, p. 159] :

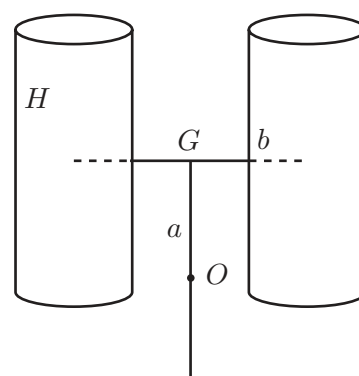
Le cas de Kovalevskaya est si compliqué qu'aucune description globale du mouvement n'est possible.

Le cas semble n'avoir aucune valeur pratique ; et d'ailleurs on voit que de nos jours les manuels de physique ne mentionnent que rarement et n'étudient jamais le résultat.

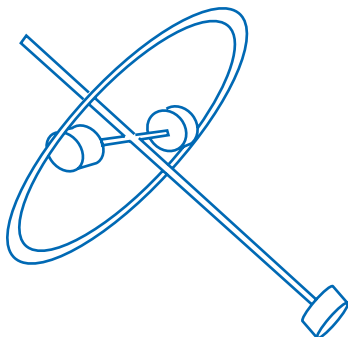
Contester la « valeur pratique » du cas en question semble aussi légitime qu'il serait légitime de contester la « valeur pratique » de l'étude de la résolubilité par radicaux d'équations que l'on sait résoudre, au moins depuis Newton, de façon aussi précise que l'on puisse le souhaiter. Nul ne n'ignore que cette question sans valeur pratique a fait résolument avancer les mathématiques (et leurs applications) depuis Galois et Abel.

Il me semble qu'avec le recul que nous donnent les presque cent vingt années écoulées, on peut faire une analyse plus détaillée.

V.2.1. Le mouvement est trop compliqué. Ça ne me semble pas le plus important, alors je vais commencer par le dernier point. Avec un ordinateur, la vie est plus facile et les solutions compliquées deviennent simples. Je renvoie aux travaux de Richter, Dullin et de leurs collaborateurs. Une « toupie de Kowalevski » tourne en permanence sur le site du groupe de



D'après [Kochina 1985, p. 309], la « toupie » réalisée par Schwarz devait avoir cette forme, pour des valeurs bien choisies de la hauteur $2H$ et du rayon R des cylindres, de leur écartement $2b$ et de la distance a du point fixe O au centre de gravité G .



La toupie de Kowalevski
de Brême

physique non linéaire de l'université de Brême et dans le DVD *Kowalewska Kreisel* de Richter, Dullin et Wittek [1997].

C'est la toupie de Kowalevski de Brême que j'ai vue dans ce DVD, mais que j'ai aussi pu observer « en chair et en os » dans le bureau de Peter Richter, que j'ai dessinée ici.

V.2.2. La propriété « de Painlevé ». D'abord, Sophie a « lancé » la propriété de Painlevé. Painlevé va étudier plus généralement les équations différentielles (dans le champ complexe) dont les singularités des solutions sont assez simples. Pour un système différentiel non linéaire, les singularités des solutions peuvent être des pôles, des points de ramification avec éventuellement une infinité de branches, etc. De plus, contrairement à ce qui se passe dans le cas d'un système linéaire, l'emplacement de ces points singuliers peut dépendre de la solution considérée (de ses conditions initiales) et pas seulement des coefficients de l'équation. C'est ce que l'on appelle des « singularités mobiles ». En voici deux exemples un peu bé-bêtes (je désigne par des ' les dérivées par rapport à t) :

- L'équation $y' = -y^2$. Les fonctions qui apparaissent dans cette équation différentielle (le polynôme y^2) n'ont pas de pôles, comme c'était aussi le cas pour le système différentiel de la toupie de Lagrange. Les solutions non nulles sont les fonctions $y = \frac{1}{t - c}$. Elles ont donc un pôle (en c) qui, comme c'était le cas pour Lagrange, dépend de la solution choisie (voir ci-dessus le commentaire sur les pôles mobiles page 96),

- L'équation $yy' = \frac{1}{2}$, dont les solutions sont les $\sqrt{t - c}$ et ont une ramification d'ordre 2, mobile elle aussi.

Un peu moins bé-bête est l'exemple de l'équation différentielle

$$y'' = y'^2 \frac{2y - 1}{y^2 + 1}$$

donné par Painlevé [1902]. La solution générale,

$$y = \tan(\log(At - B))$$

a, au point « mobile » B/A un point de ramification et une singularité essentielle (comme l'a démontré Painlevé, pour avoir un comportement de ce type, il faut une équation d'ordre au moins 2).

On dit aujourd'hui qu'une équation différentielle a « la propriété de Painlevé » lorsque les seules singularités mobiles de ses solutions sont des pôles (la première des deux équations bé-bêtes ci-dessus a la propriété de Painlevé, la deuxième non). C'est

une petite extension de la propriété utilisée par Sophie, qui demandait, elle, que toutes les singularités soient des pôles. Il me semble que ce qu'a commis Sophie, c'est un « plagiat par anticipation » (je l'ai déjà qualifié ainsi dans [Audin 2002]), d'ailleurs des spécialistes de systèmes intégrables (voir par exemple l'article [Adler & van Moerbeke 1989]) n'hésitent pas à parler de « propriété de Kowalevski » ou « de Kowalevski-Painlevé ». La différence entre la propriété demandée par Painlevé et celle demandée par Sophie est décrite par Painlevé [1902] (tout à la fin de son article), ce qu'elle a cherché, ce sont

les cas où le mouvement du solide est défini par des *fonctions méromorphes de t qui possèdent effectivement des pôles*. Son procédé laisse échapper les cas où ces fonctions seraient uniformes sans avoir de pôles, soit qu'elles fussent *holomorphes*, soit que leurs singularités fussent transcendentes.

On pourra se reporter à la citation de l'article d'Adler et van Moerbeke [1982] reproduite ici page 104. Ces auteurs considèrent qu'elle voulait utiliser des variétés abéliennes (cachées derrière les fonctions ϑ). Or celles-ci sont algébriques (ne nous occupons donc pas des singularités transcendentes) et projectives, donc il y aura, forcément, des pôles. En d'autres termes, la question que pose Sophie est celle de l'intégrabilité algébrique, de ce qu'Adler et van Moerbeke vont définir en 1982 comme étant l'intégrabilité algébrique.

Pour conclure sur la propriété de Painlevé, deux remarques.

Pour Sophie, il s'agissait bien d'une *méthode*, applicable à d'autres systèmes. Dans une lettre adressée à Gösta le 28 décembre 1884, elle expose en effet la méthode qu'elle va utiliser pour le solide, dans un autre exemple, plus simple. Voir cette lettre et mes commentaires au chapitre VI.

Deuxième remarque. Painlevé aura lui aussi le prix Bordin, à peine six ans après Sophie, en 1894. Le sujet du prix sera cette année-là :

Étude des problèmes de Mécanique analytique admettant des intégrales algébriques par rapport aux vitesses et particulièrement des intégrales quadratiques

et le rapport de la Commission notera

enfin une application des équations différentielles ordinaires dont les solutions ont des singularités fixes

(en d'autres termes dont toutes les singularités mobiles sont des pôles). On notera la proximité avec l'approche de Sophie, où il n'y a que des pôles... et une intégrale première algébrique.

Je trouve le ton de la fin de cet article de Painlevé, dans lequel Sophie n'a pas encore été mentionnée, un brin condescendant. Painlevé dit en effet, un peu plus bas,

« Mais, si intéressante que soit la voie suivie par M^e Kowalevski, il était désirable de reprendre la question d'une façon plus rationnelle. » Ah ! ces femmes ! Irrationnelles ! Mais pas transcendentes...



Paul Painlevé (1863–1933)

Je ne résiste pas au plaisir de faire remarquer aussi que, lors de l'attribution à Sophie du prix Bordin, la Commission s'était félicitée que l'on *applique* enfin les fonctions ϑ de deux variables à un problème de mécanique (voir ci-dessous), de même que pour Painlevé, elle se félicite que sa théorie des équations différentielles s'applique...

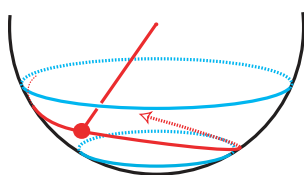
On est vraiment dans le même domaine, ce qui m'amène à la discussion de l'intégrabilité qui suit.

V.2.3. L'intégrabilité au sens de Liouville. Un système est « intégrable au sens de Liouville » s'il possède « assez » d'intégrales premières, ce qui est une définition très vague mais qui peut être précisée (voir par exemple [Audin 2002]). Il faut en plus que ces intégrales commutent (au sens du crochet de Poisson), ce que je ne vais pas non plus expliquer ici. Toutes ces intégrales premières permettent de résoudre le système par quadratures, en principe. L'apparition abrupte de l'intégrale K dans le cas de Sophie peut aussi se dire comme un énoncé de théorème :

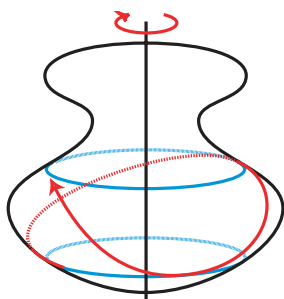
Théorème (Kowalevski [1889]). *Lorsque les équations du solide ont la propriété de Kowalevski-Painlevé, le système est intégrable au sens de Liouville.*

D'ailleurs, dans le travail déjà mentionné et qui lui a valu le prix Bordin, Painlevé utilise sa propriété pour (re-)démontrer que le « problème à trois corps » n'est pas intégrable avec des intégrales premières algébriques (voir aussi le § V.2.6).

Un système intégrable au sens de Liouville montre un comportement à long terme très régulier, quasi-périodique, dit-on, ce qui a un sens mathématique précis mais peut se comprendre comme « presque » périodique, on finit par revenir presque dans le même état. Il est de bon ton aujourd'hui d'opposer cette propriété à une vague notion de chaos. Laissons ici ceci dans le vague, justement. Beaucoup de systèmes mécaniques bien connus sont intégrables. C'est le cas par exemple du mouvement d'un pendule sphérique ou de celui d'une particule « libre » (et donc décrivant une géodésique) sur une surface de révolution : dans ces deux cas, comme dans celui de la toupie, à cause de l'axe de révolution, il y a une intégrale première supplémentaire.



Pendule sphérique et une de ses trajectoires, vue du dessus



Géodésique d'une surface de révolution

V.2.4. D'où sortent toutes ces courbes ? Il y a la courbe de genre 2 issue du mystérieux changement de variables. Les courbes spectrales de [Bobenko et al. 1989]. Des courbes elliptiques aussi. C'est encore une question sur laquelle un peu d'encre a coulé depuis (voir notamment [Markushevich 2001]).

V.2.5. Qu'est-ce que c'est que ce cas bizarre ? La question du solide pesant est naturelle, il est tout aussi naturel d'étudier les mouvements d'un solide dont le centre de gravité est fixé

(cas d'Euler) ou d'une toupie, mais la toupie de Kowalevski, qu'est-ce que c'est ? On n'arrive même pas à la dessiner, cette prétendue toupie, disent certains... j'en ai pourtant déjà représenté deux ! Voir la phrase de conclusion de l'analyse de Roger Cooke [1984, p. 164]

[...] mais puisque le cas auquel [l'analyse de Kovalevskaya] s'applique est plutôt spécial, il n'est pas nécessaire de s'occuper plus longtemps de ses arguments.

Il est vrai que l'on s'est arrêté assez vite de s'intéresser aux systèmes intégrables, puisque Poincaré a démontré qu'il y en avait fort peu... Jusqu'à ce que la théorie des représentations, l'utilisation de fonctions ϑ pour l'étude d'équations aux dérivées partielles non linéaires du type Korteweg-de Vries et celle des algèbres de Lie affines remettent, depuis une trentaine d'années, le sujet à la mode.

Reprenons ces termes un par un, de façon plus ou moins précise :

– Pour la théorie des représentations, voir [Kirillov 1974 ; Kostant 1970].

– Pour l'utilisation de fonctions ϑ pour l'étude d'équations aux dérivées partielles non linéaires du type Korteweg-de Vries

$$\frac{\partial u}{\partial t} = 6u \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial^3 u}{\partial x^3},$$

que l'on écrit plutôt

$$u_t = 6uu_x - u_{xxx},$$

je renvoie à l'article [Dubrovin et al. 1976]. Dans l'introduction de cet article, Dubrovin, Matveev et Novikov reproduisent un extrait d'une lettre de décembre 1886 citée dans [Golubev 1960] dans laquelle Sophie écrivait avoir dit à Picard que les fonctions de la forme

$$y = \frac{\vartheta(cx + a, c_1x + a_1)}{\vartheta_1(cx + a, c_1x + a_1)}$$

pouvaient être utiles pour intégrer certaines équations différentielles, et que ce dernier avait montré un certain scepticisme, ce qu'ils commentent ainsi :

l'analyse faite par les auteurs montre que les doutes de Picard n'étaient justifiés que pour les quatre-vingt-dix années séparant l'article de Kovalevskaya et le travail de 1974 sur les équations KdV. Ils ne le sont plus désormais.

Décidément, Sophie n'a pas de chance, la traduction en anglais de cet article écrit en russe fait un contre-sens à cet endroit,

comme le signale Ann Hibner Koblitz [1984]. Notons quand même que ce travail est l'un des premiers, peut-être le premier dans lequel ces fonctions apparaissent dans les solutions d'un système différentiel depuis [Kowalevski 1889]. Mais ce n'est pas fini...

– Pour les algèbres de Lie affines, je renvoie aux travaux d'Adler et de van Moerbeke (voir [1982; 1989; 2004]), à ceux de Reyman et de Semenov-Tian-Shanski, et je ne pense pas seulement au remarquable article qu'ils ont écrit avec Bobenko [1989] et qui est la source de [Audin & Silhol 1993]. Le deuxième paragraphe de l'introduction de [Adler & van Moerbeke 1982] dit (traduit par moi) :

Dans cet article, il est question d'un critère de complète intégrabilité inspiré par les travaux de Kowalewski. Dans de célèbres articles [...], elle a montré que les *seuls* cas algébriquement complètement intégrables du mouvement d'un solide sont le solide d'Euler, la toupie de Lagrange et la célèbre toupie de Kowalewski. Sa méthode se fonde sur l'idée que, pour que le système soit algébriquement complètement intégrable et pour que les variables de phases du système soient des fonctions algébriques (abéliennes), il faut que ces variables de phase soient des fonctions méromorphes du temps. En plus, les trajectoires qui explosent (comme elles le doivent) sont agréablement paramétrées par une famille de paramètres de codimension 1. [...] Le fait que ce critère soit suffisant n'a pas été démontré.

Le cas de Kowalevski est resté très mystérieux jusqu'à il y a environ une quinzaine d'années (un siècle après « notre » article), lorsque un très beau travail [Reyman & Semenov-Tian-Shanski 1994] a révélé que la « toupie de Kowalevski » n'est pas si bizarre que ça, puisqu'elle est la manifestation dans notre dimension 3 d'espace d'une famille de « toupies » qui apparaissent de façon parfaitement naturelle en dimensions plus grandes, au cœur même des relations entre intégrabilité et algèbres de Lie affines. Et dont on sait donc exactement pourquoi elles sont intégrables (au sens de Liouville). C'est d'ailleurs grâce à cette description que l'on a pu trouver la belle paire de Lax [Bobenko et al. 1989] que Robert Silhol et moi avons utilisée dans notre article [1993].

V.2.6. D'autres cas intégrables ? Les relations entre la propriété de Kowalevski-Painlevé (une forme de régularité des solutions) et l'intégrabilité au sens de Liouville (une forme de régularité géométrique) ne sont toujours pas éclaircies en général. Voir [Zakharov 1991].

Il existe aussi des systèmes très respectables qui ne sont pas intégrables. C'est le cas notamment, je l'ai dit, du « problème à trois corps » en interaction gravitationnelle. C'est principalement à ce problème qu'est consacré le premier volume des *Méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, paru en 1892. Mais Poincaré [1987, p. 255] y parle aussi du problème du solide :

Passons à un autre problème ; celui du mouvement d'un corps pesant autour d'un point fixe.

Ce problème a été intégré dans trois cas particuliers différents par Euler, par Lagrange et par M^{me} de Kowalevski (cf. *Acta Mathematica*, 12). Je crois savoir que M^{me} de Kowalevski a découvert encore de nouveaux cas d'intégrabilité.

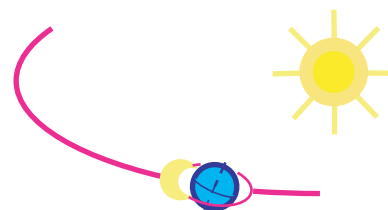
Après quoi il démontre, en utilisant sa méthode de perturbation, qu'il est nécessaire, pour qu'il existe une intégrale première algébrique, que l'ellipsoïde d'inertie soit de révolution (c'est-à-dire, avec les notations utilisées ici, que deux des moments A , B , C soient égaux). Il conclut cette étude ainsi [1987, p. 259] :

Les conditions énoncées dans ce Chapitre étant nécessaires, mais non suffisantes, rien ne prouve que cette troisième intégrale existe ; il convient, avant de se prononcer, d'attendre la publication complète des résultats de M^{me} de Kowalevski.

Malheureusement cette conclusion s'accompagne d'une note de bas de page :

Depuis que ces lignes ont été écrites, le monde savant a eu à déplorer la mort prématurée de M^{me} de Kowalevski. Les notes qu'on a retrouvées chez elle sont malheureusement insuffisantes pour permettre de reconstituer ses démonstrations et ses calculs.

Apparemment, Sophie avait des idées pour travailler encore sur cette question d'intégrabilité. Elle avait dit à Poincaré qu'elle écrivait une lettre à Hermite décrivant ces nouveaux résultats [Cooke 1984, p. 118]. Encore une lettre brûlée (voir page 65) ? Nous avons vu aussi (page 61) qu'elle en a parlé avec Mittag-Leffler la veille de sa mort... mais Gösta, qui a pourtant affirmé que c'était ce qu'elle aurait fait de mieux, n'a pas été capable de reconstituer ce qu'elle lui avait dit. Quelque



D'après les lois de Kepler, deux corps célestes (le Soleil et la Terre, par exemple) forment un système intégrable. Un-e troisième larron-ne, ici la Lune, rend la situation plus compliquée, voire « chaotique » : le problème à trois corps n'est pas un système intégrable.

temps après la mort de Sophie, il en a discuté par lettre avec Poincaré, chacun pensait que l'autre savait :

Je vois que vous ne connaissez guère plus que moi sur les dernières recherches de M^{me} Kowalevski sur le problème de rotation. C'est qu'elle avait fait ces recherches à une époque quand j'étais absent de Stockholm et nous n'avons jamais trouvé l'occasion de discuter ces recherches en détail ensemble⁽²⁾.

Ce qu'elle pensait démontrer, on ne le saura sans doute jamais. Toujours est-il qu'il y a encore eu un peu d'activité sur la question après sa mort. Dans la suite des pages de Poincaré que je viens d'évoquer, il faut mentionner un article de Roger Liouville (pas de relation avec Joseph Liouville), qui concourut pour le Prix Bordin de 1894 (celui que remporta Painlevé), dans lequel de nombreux cas intégrables sont exhibés. Non seulement ce travail (dont les résultats étaient vraiment très faux...) fut honoré d'une mention pour le Prix Bordin, non seulement il devait être publié dans *Acta Mathematica* [Liouville 1897], mais il fait même l'objet d'une note en bas de page dans la rédaction [1897] de la *Leçon d'ouverture* de Painlevé à Stockholm :

En outre des résultats contenus dans ce mémoire [il s'agit de l'article sur le solide], Madame KOVALEWSKI avait annoncé oralement l'existence d'autre cas d'intégration du mouvement d'un solide. Ses résultats ont été rétablis par Monsieur R. LIOUVILLE dans un Mémoire également récompensé par l'Académie des sciences de Paris, et qui formera, dans les *Acta*, une suite naturelle au travail de Madame KOVALEWSKI.

C'est Husson qui devait montrer, en 1905, que le système n'est intégrable, avec des intégrales *algébriques*, que dans les trois cas que nous savons [Husson 1906]. Citons ici le rapport d'Appell sur sa thèse [Gispert 1991, p. 394] (contrairement à Painlevé en 1895, Appell savait, dix ans plus tard, que l'article de R. Liouville était faux) :

En résumé M. Husson a fait faire un pas important au problème du mouvement d'un corps pesant suspendu par un point à son axe [quel axe?], problème qui a attiré l'attention des plus grands géomètres, d'Euler, de Lagrange, de M. Poincaré, et qui a fait l'objet de nombreux mémoires notamment d'un mémoire célèbre de Madame Kowaleski.

⁽²⁾Lettre de Mittag-Leffler à Poincaré du 13 mars 1891, [Nabonnand 1999, p. 237].

Il a montré, par une analyse fine et rigoureuse, témoignant d'une connaissance approfondie des méthodes les plus nouvelles, que Monsieur Roger Liouville avait commis de graves erreurs dans un Mémoire singulièrement obscur, auquel l'Académie des sciences avait accordé une mention honorable au concours du prix Bordin de 1894. Il a réussi en outre à résoudre complètement la question difficile de la détermination de tous les cas où il existe une quatrième intégrale algébrique.

C'est là un excellent travail qui sort tout à fait de la moyenne des thèses et qui fera honneur à la Science française.

Beaucoup plus tard, Ziglin [1983] montrait le même résultat que Husson mais pour des intégrales *méromorphes*.

Les trois cas dont nous venons de parler ici assez longuement sont les seuls qui sont intégrables pour toutes les conditions initiales. Si l'on spécialise celles-ci, par exemple de façon que le moment $Ap\gamma + Bq\gamma' + Cr\gamma''$ ait la valeur 0 ($c = 0$, dans les notations de la page 94), il y a encore un cas intégrable, celui dit de Goryachev-Chaplygin. C'est peut-être à ce cas que pensait Sophie avant sa mort.

La question qui est implicitement posée ici est : comment prouver qu'un système n'est *pas* complètement intégrable ? On a vu que l'on pouvait trouver des intégrales premières grâce à des arguments physiques ou géométriques (des considérations de symétrie) comme dans les cas d'Euler et de Lagrange dans le problème du solide ou encore comme dans les exemples du pendule sphérique et des géodésiques d'une surface de révolution. On a vu aussi Sophie trouver sa moins évidente intégrale première K . Mais que se passe-t-il lorsque l'on n'en trouve pas ?

Le théorème récent de Morales et Ramis [Morales-Ruiz 1999] (voir aussi [Audin 2002]) fait jouer un rôle de détection important à des groupes de symétrie un peu cachés, les groupes de Galois différentiels. Brièvement : on regarde le système différentiel avec une sorte de microscope, le long d'une de ses solutions, précisément les solutions infiniment proches d'une solution donnée. Plus techniquement, on remplace le système différentiel originel par un système linéaire — c'est l'équation aux variations, déjà utilisée par Poincaré (toujours dans les *Méthodes nouvelles de la mécanique céleste* [Poincaré 1987]) et par Liapounov (voir ici page 123).

Il y a un groupe qui rend compte de ces solutions proches (à l'ordre 1). C'est un groupe assez gros (un groupe algébrique).

Le théorème de Morales et Ramis affirme que, si le système est complètement intégrable, ce groupe est presque commutatif : la commutation (au sens du crochet de Poisson) et l'abondance des intégrales premières se traduisent pas une propriété de commutativité du groupe. Une des applications est une nouvelle démonstration du théorème de Ziglin mentionné ci-dessus.

Théorème (Ziglin [1983], Maciejewski et Przybylska [2005])

Lorsque les équations du solide forment un système intégrable au sens de Liouville (avec intégrales premières méromorphes), on est dans un des trois cas d'Euler, Lagrange ou Kowalevski.

C'est la réciproque du théorème de Sophie énoncé page 102 !

Au-delà des applications du théorème de Morales et Ramis, remarquons que celui-ci lie une propriété de régularité des solutions (comme celle de Kowalevski), à savoir le fait que le groupe de Galois n'est pas trop compliqué, à l'intégrabilité (au sens de Liouville). Voir aussi l'article de Juan Morales [2000] pour une discussion plus détaillée. Juan Morales conclut d'ailleurs cet article en remarquant que la théorie de Galois différentielle (ou théorie de Picard-Vessiot) est née en même temps que la toupie de Kowalevski.

Maintenant que la théorie de Galois différentielle [Morales-Ruiz 1999] permet d'appréhender mieux les différentes notions d'intégrabilité, il est sans doute temps de revaloriser les qualités novatrices et révolutionnaires du travail de mathématicienne de Sophie Kowalevski.

CHAPITRE VI

UNE LETTRE À MITTAG-LEFFLER

De quoi s'agit-il ? En décembre 1884, Sophie, qui est allée passer Noël à Berlin, écrit à Mittag-Leffler, qui se trouve alors à Paris, une lettre assez longue. Comme toutes les lettres de Sophie à Gösta, celle-ci appartient à l'Institut Mittag-Leffler. C'est Reinhard Bölling qui a eu la gentillesse de m'en envoyer une copie, que je lui avais demandée parce que j'avais lu une allusion aux mathématiques qu'elle contient dans [Kozlov 2000] (il existe une traduction en russe de la correspondance de Sophie avec Mittag-Leffler [Yushkevich 1984]), j'ai tout de suite trouvé que c'était une très belle lettre, et je suis très heureuse d'avoir eu l'autorisation de la publier ici : elle contient des aspects personnels et des aspects sociaux qui viendront éclairer d'autres chapitres de ce livre, et surtout de très intéressantes remarques mathématiques. Son contenu mathématique est reproduit par Pelageya Kochina [1985, p. 293], et ce sont les formules mathématiques de cette lettre qui apparaissent en illustration de la couverture de son livre. Autant que je sache, la publication intégrale de la lettre dans sa langue originelle est une nouveauté.

Je décris la lettre, la présente dans son intégralité avec quelques commentaires explicatifs marginaux, j'en viens ensuite à une discussion plus technique des mathématiques qu'elle contient.

Malgré les considérations personnelles liées à la santé d'Aniouta, le contenu de la lettre n'est pas très intime — aucun côté « voyeur » dans sa publication, donc.

Description de la lettre

La lettre n'est pas datée. Cependant il est clair qu'elle est écrite entre Noël et le jour de l'an. Le cachet de la poste, me dit Reinhard Bölling, est du 28 ou peut-être 29 décembre, avec

un tampon parisien du 30 décembre, en ce temps-là une lettre postée à Berlin un jour arrivait à Paris le lendemain, ajoutez-t-il.

La lettre est écrite en français. Tous les commentateurs notent l'incorrection de l'allemand de Sophie ; nous avons déjà vu Reinhard Bölling et Weierstraß, nous verrons encore Cordula Tollmien, Norbert Schappacher et peut-être d'autres le faire. Eh bien ! On ne peut pas en dire autant de son français : la lettre montre clairement à quel point elle devait bien parler cette langue. Quelques erreurs d'« homophones grammaticaux », comme on dit dans les écoles élémentaires, quelques participes passés employés avec avoir et mal accordés, quelques fautes d'accents, rien qui s'entende en tout cas. Il est d'autant plus regrettable qu'à l'exception de la courte étude [Détraz 1993], il n'ait existé jusqu'ici aucun livre moderne en français sur Sophie.

Je rétablis l'orthographe [entre crochets, comme ça], je ne touche pas à la ponctuation.

Venons-en à l'aspect matériel de la lettre. Il y a quatre « pages » dans chaque feuille, que Sophie plie en deux. Le papier à lettres porte son élégant monogramme.

Il y a des ratures que je ne reproduis pas, des mots et des phrases biffés et des rajouts comme dans la lettre que nous avons vu Reinhard Bölling découvrir et décrire (page 63). Il y a des mots écrits de plus en plus petit à la fin des lignes parce qu'il n'y a plus assez de place, ces fins de lignes sont courbées par les fins de ces mots qui descendent dans la marge. Le post-scriptum est écrit à l'envers en haut de la dernière page, toujours parce qu'il n'y avait plus de place. L'écriture de Sophie est parfaitement claire et il n'y a aucun problème de lecture. J'ai gardé toutes les majuscules. Les deux mots soulignés le sont par Sophie. Toutes les notes sont évidemment de mon fait.

La lettre

Berlin
Schellingstrasse 16.
(W) Bei Frau Alm

Dans cette lettre, Sophie appelle encore Gösta « Monsieur », elle le vouvoie, et elle lui met même des majuscules, influence de l'allemand ?

Cher Monsieur !

Je suis toute triste de n'avoir pas de Vos nouvelles. Vous semblez m'avoir tout à fait oublié[e] et quoique ce soit assez naturel que pendant le voyage Vous n'ayez pas eu le temps

de m'écrire, pourtant je trouve que c'est très dur de rester si longtemps sans rien savoir de Vous.

Avez-Vous reçu ma lettre à Rome, que j'ai adressé[e] à l'ambassade de Suède ?

J'ai passé un Noël assez triste. Weierstraß est parti pour une semaine à Weimar voir sa sœur Clara et « l'enfant ». Monsieur Hanseman

[page 2]

mon ami le plus fidèle, est tombé malade et a été forcé de garder le lit pendant quelques jours de sorte que je n'ai pu le voir. Il va un peu mieux maintenant mais il sera probablement forcé de garder la chambre encore pendant quelques jours.

Runge est parti à Bremen chez sa mère, de sorte que je suis restée tout à fait seule.

Comme présent de Noël j'ai reçu de Votre sœur un article de Strindberg dans lequel il démontre clairement comme 2 fois 2 = 4 combien une

[page 3]

monstruosité telle qu'un professeur de mathématique féminin est pernicieuse, inutile et désagréable. Je trouve qu'au fond il a assez raison ; la seule chose contre laquelle je proteste, c'est qu'en Suède il y ait un si grand nombre de mathématiciens mâles qui me sont supérieurs et que ce n'est que par galanterie pure que l'on m'a appelée.

Pensez quelle étrange ironie du sort, les trois personnes qui m'ont comblé[e] d'amitiés ces derniers jours sont : — M^{me} Borchardt, le professeur Emile Du Bois Reymond et Schwartz [Schwarz] ! Mes trois sympathies les plus chaudes comme vous savez !

M^{me} B. s'est mise en quatre pour m'amuser. Du Bois Reymond s'est donné la plus grande peine du monde pour qu'il me soit permis⁽¹⁾ de visiter les cours après le nouvel an et je crois qu'il a réussi ; M. Schwartz m'a écrit hier

[page 4]

une lettre ultra-aimable, dans laquelle il m'annonce qu'il se rendra à Berlin après le nouvel an spécialement pour me voir et pour me parler.

Voilà, cher Monsieur, tout ce que je puis Vous raconter d'intéressant aujourd'hui. Au fond je suis d'une humeur très-triste,

L'enfant dont il est question est « Fränzchen », Franz Weierstraß (1882–1898).

Reinhard Bölling me dit que c'est un fils illégitime, sans doute de Rosa Borchardt. Carl Borchardt, l'ami de Weierstraß dont il a déjà été question ici, est mort en 1880. Voir [Bölling 1993, note 34, p. 359] et aussi [Biermann & Schubring 1996].

Ce passage est cité par presque tous les biographes. Voir les interventions de Strindberg page 211.

Il s'agit ici du physiologiste Emil Du Bois-Reymond et non pas du mathématicien (et ancien professeur de Sophie) Paul Du Bois-Reymond, qui était son frère cadet. Runge épousa la fille Aimée d'Emil. Un tout petit monde.

La lettre de Schwarz, qui voulait demander à Sophie son aide pour une équation aux dérivées partielles intervenant dans un problème de calcul des variations, est datée du 25 décembre et citée dans [Kochina 1985, p. 190].

⁽¹⁾Voir pages 46 et 130 à propos de cette autorisation.

Cette lettre a été écrite entre Noël et le jour de l'an. Sophie est née le 15 janvier, ce n'est donc pas son anniversaire, et c'est 35 ans qu'elle va avoir, deux semaines plus tard, pas 31. Elle est « obligée » de mentir sur son âge : quelques mois auparavant, elle a envoyé à Mittag-Leffler les données biographiques dont il avait besoin pour défendre sa candidature de 1884 à Stockholm. Elle y disait être née en 1853 et s'être mariée en 1869.

Je me demande si elle n'a pas voulu effacer ainsi le temps « perdu » pendant la période russe.

Dans la notice biographique [Mittag-Leffler 1892-93] publiée après la mort de Sophie, Gösta donne sa vraie date de naissance en précisant qu'il a trouvé une copie de l'acte de naissance de Sophie dans les papiers de la défunte.

Dans ses souvenirs sur George Eliot [Chapman & Gottlieb 1978, p. 363], Sophie raconte qu'elle lui a reproché de « tuer » ses personnages trop opportunément (elle donne plusieurs exemples précis dans les romans de George Eliot) et que l'écrivaine lui a répondu que c'était effectivement ce qui se passait dans la vie et, a-t-elle ajouté, « bien souvent, c'est la foi dans la mort qui m'a donné le courage de vivre » [Chapman & Gottlieb 1978, p. 364].

car je viens de recevoir de très mauvaises nouvelles de ma sœur. Sa maladie fait des progrès épouvantables. Maintenant c'est la vue qui a souffert ; elle ne peut plus ni lire, ni écrire ; la cause est toujours la même ; le cœur fonctionne mal, le sang se fige dans ces [ses] vaisseaux capillaires [capillaires] et il en résulte des paralysies partielles. Je tremble à la pensée [de] quelle perte terrible me menace peut-être dans un avenir très prochain.

Que la vie est donc une chose horrible et que c'est bête de continuer à vivre ! Aujourd'hui c'est justement l'anniversaire de ma naissance ; j'ai 31 ans aujourd'hui et au fond c'est hideux de penser qu'il me reste peut-être encore autant à vivre. Comme c'est donc beau dans les drames et dans les romans : à peine une personne

[page 5]

a fait la découverte que la vie n'a plus rien d'agréable pour elle en réserve immédiatement arrive quelque chose qui lui facilite le passage dans le « Jenseits⁽²⁾ ». La réalité est bien inférieure sous ce point de vue. On parle tant de tous les perfectionnements de l'organisme que les êtres vivants ont peu à peu développés en eux mêmes par voie de sélection etc. Je trouve qu'au fond le perfectionnement le plus désirable serait la faculté de mourir vite et facilement. Sous ce point de vue l'homme a décidément rétrogradé. Les insectes et les animaux inférieurs ne peuvent jamais se décider de mourir ;

[page 6]

c'est inouï combien un articulé peut souffrir sans cesser d'exister ; mais plus on s'élève dans l'échelle des êtres, plus le passage devient rapide et facile. Pour un oiseau, pour un animal sauvage, un lion, un tigre presque chaque maladie est mortelle ; ou la pleine jouissance de la vie, ou la mort. Pas de souffrance. Mais l'homme c'est [s'est] de nouveau rapproché des insectes sous ce rapport et bien des personnes de ma connaissance me font penser involontairement à des insectes dont les ailes sont arrachées, plusieurs articulations écrasées, les pattes brisées et qui pourtant ne peuvent se décider à mourir.

[page 7]

Excusez moi de vous écrire d'une manière un peu triste aujourd'hui.

Je suis en effet d'une humeur assez triste aujourd'hui. Le pire est que je ne me sens aucune disposition pour le travail.

⁽²⁾L'au-delà.

Je ne suis pas encore parvenue à me forcer de m'occuper [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. dif. [équations différentielles] suivant

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

en introduisant au lieu de $x \ y \ z$ des fonctions linéaires

$$\begin{aligned}\xi &= \alpha x + \beta y + \gamma z \\ \eta &= \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z \\ \zeta &= \alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 z\end{aligned}$$

on peut ramener ce système d'équations à un certain nombre de types plus simples.

[page 8]

L'un des plus intéressants est le suivant.

$$(1) \quad \begin{aligned}\frac{dx}{du} &= x(ax + by + cz) \\ \frac{dy}{du} &= y(a_1x + b_1y + c_1z) \\ \frac{dz}{du} &= x(a_2x + b_2y + c_2z)\end{aligned}$$

Dans un cas spécial, ou [où] nous avons entre les constantes a, b, c etc les relations

$$\begin{aligned}a_2 &= a_1 = -a \\ b_2 &= -b_1 = b \\ -c_2 &= c_1 = c\end{aligned}$$

ce système d'équations peut être intégré complètement par des fonctions elliptiques. Le système d'intégrales générales se présente sous la forme de fonctions linéaires des trois quotients

$$\frac{\sigma_1(u - u_0)}{\sigma(u - u_0)} \quad \frac{\sigma_2(u - u_0)}{\sigma(u - u_0)} \quad \frac{\sigma_0(u - u_0)}{\sigma(u - u_0)}$$

Les fonctions elliptiques dont il est question ici sont associées à une courbe elliptique, qui peut être définie par deux constantes g_2 et g_3 par exemple, ce qui veut dire que cette courbe peut être décrite par l'équation

$$y^2 = 4x^3 - g_2x - g_3.$$

où les constantes $g_2 g_3$ qui entrent dans la formation des σ sont arbitraires. Ceci montre que le système d'équations différentielles (1), pour certaines valeurs des constantes $a \dots a_1 \dots a_2$ peut être intégré par des fonctions uniformes de u , qui n'ont qu'un seul point singulier

[page 9]

essentiel en $u = \infty$ et pour des valeurs finies de u que des poles [pôles] de premier degré.

La première question qui se pose est de savoir si cette propriété se limite au cas spécial que nous avons examiné ou si elle s'étend à d'autres valeurs des constantes $a b c$ etc ?

Pour répondre à cette question je raisonne de la manière suivante : Soient

$$x = x_0 + x_1u + x_2u^2 + \dots$$

$$y = y_0 + y_1u + y_2u^2 + \dots$$

$$z = z_0 + z_1u + z_2u^2 + \dots$$

un système d'éléments de fonctions satisfaisant aux équations (1). D'après un théorème connu sur les éq. dif. sur le cercle de convergence de ces séries doit se

[page 10]

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

$$\begin{aligned} x &= x_{-m}(u - u_0)^{-m} + x_{-m+1}(u - u_0)^{-m+1} + \dots \\ (2) \quad y &= y_{-m}(u - u_0)^{-m} + \dots \\ z &= z_{-m}(u - u_0)^{-m} + \dots \end{aligned}$$

ou [où] m est un nombre entier positif (ou bien même positif quelconque). On s'assure facilement que ce n'est possible que dans le cas

$$m = 1$$

et qu'alors c'est toujours possible.

Chaque système de fonctions $x y z$ satisfaisant aux éq. (1) ne peut donc admettre que des poles [pôles] de premier degré ou des points singuliers essentiels.

[page 11]

Mais voilà ce qui est le plus important. Si nous laissons les constantes $a b c a_1 b_1 c_1$ dans les équations (1) arbitraires, les séries (2) seront absolument déterminées à un coefficient près. Cela montre que les intégrales générales des éq. (1) doivent avoir encore d'autres singularités outre des poles [pôles]. Mais dans le cas où entre les constantes des équations a lieu la relation

$$a_1 b_2 c = a_2 b c_1$$

un coefficient des séries (2) reste indéterminé et ces séries contiennent, tout comme dans le cas spécial examiné plus haut où l'intégration s'effectue au moyen de fonctions elliptiques, trois constantes arbitraires, qui peuvent être déterminées de manière à ce que ces séries prennent des valeurs voulues ξ_1, η_1, ζ_1 pour une valeur arbitraire $u = u_1$

[page 12]

Ceci nous permet de conclure que dans ce cas les intégrales générales seront aussi des fonctions uniformes dans tous [tout] le plan n'ayant qu'un seul point essentiel $u = \infty$ et pour des valeurs finies de u que des poles [pôles] de premier degré.

Voilà où j'en suis pour le moment de mes recherches. Je ne sais pas si je parviendrais [parviendrai] à les pousser plus loin. La question quelles sont donc ces fonctions uniformes dont nous avons démontré l'existence me paraît [paraît] extrêmement intéressante, d'autant plus que l'étude des propriétés de ces fonctions jetterait probablement un certain jour sur celles des fonctions plus générales

$$\frac{dx_\alpha}{dt} = g_\alpha(x_1, \dots, x_n)$$

où g_α [est] une forme quadratique des n variables

[page 13]

Je crains bien que les difficultés qui se présenteront dans les recherches suivantes dépasseront de beaucoup mes forces et qu'il faudrait pour les entreprendre un géomètre bien autrement habile que moi.

J'attends avec une grande impatience les nouvelles que Vous me donnerez sur les mathématiciens de Paris. Un moment je

m'étais presque décidée de venir Vous y rejoindre, mais à présent que Du Bois Reymond s'est donné tant de peine pour arranger l'affaire avec les cours, je trouve qu'il serait impossible de partir juste au même moment.

[page 14]

Il est question ici du buste que les élèves et amis de Weierstraß vont faire sculpter pour l'offrir au maître à l'occasion de son soixante-dixième anniversaire, le 31 octobre 1885. Pour les cadeaux offerts à Weierstraß à cette occasion, voir l'article de Reinhard Bölling [1989] et son livre [1994]. Voir aussi le compte-rendu de la préparation de ce jubilé dans le livre de Pelageya Kochina [1985, p. 150].

Le beau-frère de Sophie qui vit à Paris est Victor Jaclard, le mari d'Aniouta.

J'ai parlé avec Kronecker par rapport au buste de Weierstraß. Au fond Kronecker a maintenant assez bien arrangé la chose : il a trouvé un sculpteur qui consent à faire un buste de marbre à partir de la somme de 1200 mrk. Si la collecte dépasse cette somme on fera le buste plus grand ; si elle ne l'atteint pas (ce qui serait plus que honteux) il faudra se borner à un relief.

Je n'ai pas encore vu Helmholtz ; j'ai été chez lui mais il n'était pas à la maison.

Adieu pour aujourd'hui cher Monsieur. Mes salutations les plus cordiales à Signe.

Bien à vous S. K.

P. S. L'adresse de mon beau-frère à Paris est Montmartre Rue Lepic 55.

Commentaires

C'est une lettre, ce n'est qu'une lettre. Il y a, j'en suis consciente, une certaine ambiguïté à publier une lettre isolée parce que son contenu mathématique est intéressant. Attention, il s'agit bien d'une lettre et pas d'un article de mathématiques, d'un travail relu et publié. Sophie dit bien qu'elle a rêvassé à un problème — non pas qu'elle l'a résolu. Il faut considérer ceci comme une partie d'une discussion entre collègues, « tiens, j'ai pensé à ça »... L'idée exprimée ici est plus importante que les détails de sa réalisation.

C'est une lettre à Mittag-Leffler. Pas à Weierstraß. Évidemment on ne sait pas et on ne saura sans doute jamais — sauf si... une autre boîte... — ce que Sophie a écrit à Weierstraß à ce sujet. Il semble toutefois avéré, si l'on consulte les lettres publiées dans [Bölling 1993], que Weierstraß, qui n'est jamais avare d'un commentaire ou d'une idée mathématique dans sa correspondance avec Sophie, qui a en particulier commenté la résolution du système différentiel dans le cas de Sophie (voir [Bölling 1993, lettres 148 et 151]), n'a jamais discuté, par écrit, la question des solutions méromorphes. Pourtant, un de

ses élèves, Paul Hoyer, a soutenu en 1879 (pendant la période russe de Sophie) une thèse [Hoyer 1879] dans laquelle il étudie certains systèmes différentiels quadratiques : il en détermine les solutions développables en séries de Laurent ou de Puiseux. Il n'est jamais question de ce travail dans les lettres de Weierstraß à Sophie [Bölling 1993], pas non plus dans la correspondance de Sophie [Shtraikh 1951]. L'idée de considérer comme dignes d'un intérêt particulier les systèmes dont toutes les solutions sont méromorphes n'était pas la tasse de thé de Weierstraß, mais semble bien avoir été une idée originale de Sophie.

Voici ce qu'elle avait écrit à Gösta au sujet du solide, trois ans auparavant, le 21 novembre 1881 (on trouvera le texte intégral de cette lettre, traduite en anglais, dans [Cooke 1984, p. 96]) :

[...] Il s'agit de la solution du cas général de la rotation d'un corps pesant autour d'un point fixe au moyen de fonctions abéliennes. M. Weierstrass m'avait déjà proposé une fois de m'occuper de ce problème mais tous mes essais alors sont restés infructueux et les recherches de M. Weierstrass lui-même ont montré que les équations différentielles de ce problème ne peuvent être satisfaites au moyen de fonctions monogènes (eindeutig) du temps. Ce résultat m'avait forcée pour le moment d'abandonner cette question, mais depuis les belles recherches, non encore publiées, de notre maître sur les conditions de la stabilité du monde, et l'analogie avec d'autres problèmes de la dynamique, ont ranimé mon ardeur et m'ont fait concevoir l'espérance de satisfaire à ce problème par des fonctions abéliennes dont les variables ne sont point des fonctions linéaires du temps.

Ces recherches m'ont paru si intéressantes et si belles que j'ai oublié pour le moment tout le reste et que je m'y suis livrée avec toute l'impétuosité dont je suis seulement capable. La voie que j'ai suivie a consisté à exprimer les variables du problème par des thétas à deux variables se réduisant pour certaines valeurs des constantes aux thétas elliptiques, auxquelles on est amené dans le cas particulier de Lagrange, et de tâcher de les choisir de manière à pouvoir intégrer les équations différentielles entre les variables de ces thétas et le temps. Les calculs auxquels j'ai été conduite de cette manière ont été si pénibles et si compliqués que je ne puis encore dire jusqu'à présent si j'arriverai de cette manière au but désiré. Dans tous les cas dans le cours de deux ou trois semaines tout au plus j'espère savoir à quoi m'en tenir là-dessus et M. Weierstrass me console que même dans le plus mauvais cas, je pourrai toujours renverser le problème, et

chercher sous l'influence de quelles forces on est conduit à une rotation, dont les variables peuvent s'exprimer par des fonctions abéliennes — problème assez maigre, il est vrai, et bien loin de présenter le même intérêt que celui que je me suis posé [...]

À ce moment-là, ce que Weierstraß proposait, c'était de chercher pour quelles forces on a des solutions abéliennes, si je comprends bien il s'agit des conditions initiales sous lesquelles on a de telles solutions... De plus, il s'intéressait à des fonctions abéliennes, pas à n'importe quelles fonctions méromorphes.

Plus tard, dans la lettre du 5 août 1883 que j'ai déjà mentionnée page 53 et dans laquelle il parle à Mittag-Leffler de l'engagement de Sophie à Stockholm, il décrit ses travaux et ajoute ce commentaire [Bölling 1993, p. 415] :

Malheureusement, elle a perdu beaucoup de temps sur le problème de la rotation d'un solide pesant.

Le solide. Dans cette lettre, Sophie ne mentionne pas le problème du solide, ce qui ne veut pas dire qu'elle n'y pense pas : comme nous venons de le voir, le 21 novembre 1881, elle disait déjà à Gösta qu'elle y pensait depuis longtemps.

Les mathématiques de la lettre

Sophie considère un système différentiel de la forme

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= Q(x, y, z) \\ \frac{dy}{dt} &= Q_1(x, y, z) \\ \frac{dz}{dt} &= Q_2(x, y, z)\end{aligned}$$

où Q , Q_1 et Q_2 sont des formes quadratiques. Nous avons déjà rencontré, et Sophie connaît bien, un exemple de système de ce type, le cas où $Q = \lambda yz$, $Q_1 = \lambda_1 zx$, $Q_2 = \lambda_2 xy$, où l'on reconnaît le système :

$$\begin{cases} \frac{dp}{dt} = \frac{B-C}{A} qr \\ \frac{dq}{dt} = \frac{C-A}{B} rp \\ \frac{dr}{dt} = \frac{A-B}{C} pq, \end{cases}$$

c'est-à-dire le cas d'Euler du problème du solide. Les systèmes considérés par Hoyer dans sa thèse sont ceux de la forme

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ayz + bzx + cxy \\ \frac{dy}{dt} = a'yz + b'zx + c'xy \\ \frac{dz}{dt} = a''yz + b''zx + c''xy. \end{cases}$$

Une autre famille d'exemples est celle du système (1) de la lettre,

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = xL(x, y, z) \\ \frac{dy}{dt} = yL_1(x, y, z) \\ \frac{dz}{dt} = zL_2(x, y, z), \end{cases}$$

où L , L_1 et L_2 sont des formes linéaires, que je noterai

$$\begin{aligned} L(x, y, z) &= \alpha x - \beta y - \gamma z \\ L_1(x, y, z) &= -\alpha_1 x + \beta_1 y - \gamma_1 z \\ L_2(x, y, z) &= -\alpha_2 x - \beta_2 y + \gamma_2 z \end{aligned}$$

(je me suis permis un petit changement de notations).

Je ne discute pas ici les différentes formes normales du système général, ni la mention par Sophie dans sa page 8 que le système (1) est particulièrement intéressant. De même je garde le nom de t pour la variable que Sophie appelle u à partir de sa page 8.

Ce cas particulier est en fait équivalent aux équations d'Euler.

Dans le cas où (avec mes notations) $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2$, $\beta = \beta_1 = \beta_2$ et $\gamma = \gamma_1 = \gamma_2$, elle affirme que les solutions du système sont des fonctions elliptiques (avec uniquement des pôles simples). Disons-le de façon plus géométrique. S'il y a des fonctions elliptiques, c'est qu'il doit y avoir une courbe elliptique. On voit sans mal ici que les fonctions

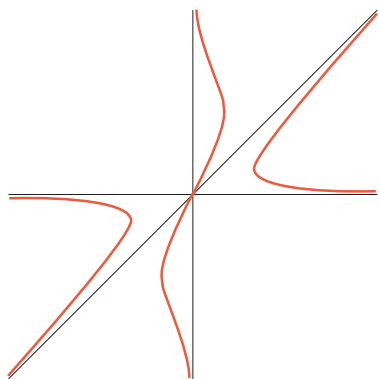
$$x(\beta y - \gamma z), \quad y(\gamma z - \alpha x), \quad z(\alpha x - \beta y)$$

sont des intégrales premières. Elles sont liées par la relation

$$\alpha x(\beta y - \gamma z) + \beta y(\gamma z - \alpha x) + \gamma z(\alpha x - \beta y) = 0.$$

Pour des valeurs générales de A et C , la courbe d'équations

$$\begin{cases} x(\beta y - \gamma z) = A \\ z(\alpha x - \beta y) = C \end{cases}$$



Encore une courbe elliptique. Elle a un aspect un peu différent de celle de la page 95 parce qu'elle a trois points à l'infini (correspondant aux trois asymptotes) alors que l'autre n'en avait qu'un.

(intersection de deux quadriques, ici de deux hyperboloïdes) est une courbe elliptique — que l'on peut voir comme une courbe plane en éliminant par exemple la variable z

$$\alpha\beta x^2y - \beta^2xy^2 - (\alpha A + \gamma C)x + A\beta y = 0$$

(c'est la courbe représentée ici). Les solutions du système paramétrisent cette courbe. Comme fonctions de la variable $t \in \mathbb{C}$, elles sont bipériodiques (en particulier leurs pôles s'accumulent à l'infini — comme le remarque Sophie au début de sa page 9, elles ont une singularité essentielle à l'infini). Comme toutes les courbes elliptiques, celle-ci est équivalente à une courbe d'équation

$$y^2 = 4x^3 - g_2x - g_3,$$

ce sont les constantes g_2 et g_3 que mentionne Sophie dans sa page 8.

Si l'expression « intégrales premières », pas plus qu'aucun de ses synonymes, ne figure pas dans la lettre, l'écriture des fonctions elliptiques, qui n'y est pas non plus donnée explicitement, fait nécessairement apparaître une forme de l'équation de la courbe et donc, implicitement, les dites « quantités conservées ». Ne commettons pas ici d'anachronisme : il est bien clair que pour Sophie les intégrales premières ne sont pas l'objet essentiel mais les outils auxiliaires permettant la résolution.

Elle revient ensuite au cas général du système (1) et se demande s'il y a d'autres cas où les solutions sont méromorphes, c'est-à-dire n'ont pour singularités (à distance finie) que des pôles. La méthode qu'elle propose, celle qu'elle va utiliser pour le cas du solide dans [Kowalevski 1890-91], est la suivante : on écrit *a priori* les solutions comme elle le fait sur sa page 10, on détermine l'ordre possible du pôle (elle trouve $m = 1$), on essaie ensuite de calculer de proche en proche les coefficients qui doivent apparaître dans les développements. Par exemple, dans le sous-exemple qu'elle a considéré et dont je viens de dire que c'était un exemple « intégrable », ce calcul donne le résultat suivant. Avec

$$\begin{cases} x = t^{-1}(x_0 + x_1t + \dots) = t^{-1}X(t) \\ y = t^{-1}(y_0 + y_1t + \dots) = t^{-1}Y(t) \\ z = t^{-1}(z_0 + z_1t + \dots) = t^{-1}Z(t) \end{cases}$$

le système différentiel devient

$$\begin{cases} -X + t\dot{X} = X(\alpha X - \beta Y - \gamma Z) \\ -Y + t\dot{Y} = Y(-\alpha X + \beta Y - \gamma Z) \\ -Z + t\dot{Z} = Z(-\alpha X - \beta Y + \gamma Z) \end{cases}$$

(ici et dans tout ce chapitre, je note $\dot{X}$, etc., la dérivée de X , etc., par rapport à t). On détermine x_0 , y_0 et z_0 en « faisant $t = 0$ ». Il n'y a pas de solution avec une seule des coordonnées (x_0, y_0, z_0) nulle mais il y en a avec deux des coordonnées nulles. Lorsque toutes les coordonnées ont effectivement un pôle simple en 0, elles satisfont à,

$$\begin{cases} \alpha x_0 - \beta y_0 - \gamma z_0 &= -1 \\ -\alpha x_0 + \beta y_0 - \gamma z_0 &= -1 \\ -\alpha x_0 - \beta y_0 + \gamma z_0 &= -1, \end{cases}$$

un système linéaire dont le déterminant est $-4\alpha\beta\gamma$ et qui possède l'unique solution

$$(x_0, y_0, z_0) = \left(\frac{1}{\alpha}, \frac{1}{\beta}, \frac{1}{\gamma} \right)$$

en supposant que le déterminant n'est pas nul, c'est-à-dire qu'aucun des trois dénominateurs n'est nul. C'est ce qui fait la simplicité de l'exemple en question.

Les coefficients suivants sont ensuite donnés, de proche en proche, par d'autres systèmes linéaires. On égalise les coefficients de t^m dans les deux membres,

$$-x_m + mx_m = x_m(\alpha x_0 - \beta y_0 - \gamma z_0) + \dots + x_0(\alpha x_m - \beta y_m - \gamma z_m)$$

où les termes que je n'ai pas écrits ne font intervenir que des coefficients théoriquement déjà calculés, et on obtient le système

$$\begin{cases} \alpha(m-1)x_m + \beta y_m + \gamma z_m = A_{m-1} \\ \alpha x_m + \beta(m-1)y_m + \gamma z_m = B_{m-1} \\ \alpha x_m + \beta y_m + \gamma(m-1)z_m = C_{m-1}, \end{cases}$$

dont le déterminant est $\alpha\beta\gamma(m-2)^2(m+1)$, ce qui veut dire que x_m , y_m et z_m sont déterminés de façon unique par les x_i , y_i et z_i (pour $i \leq m-1$)... sauf si $m = 2$, cas où les trois membres de gauche sont identiques. L'unique solution pour $m = 1$ est

$(x_1, y_1, z_1) = (0, 0, 0)$. Le système pour $m = 2$ est donc réduit à l'équation

$$\alpha x_2 + \beta y_2 + \gamma z_2 = 0,$$

En fait, les solutions formelles ainsi obtenues sont toujours convergentes (voir [Adler et al. 2004, § 7.2]).

qui a un espace de solutions de dimension 2. Ainsi il y a, pour déterminer nos solutions formelles, deux « constantes d'intégration ». Avec la localisation du pôle, nous avons trois paramètres pour un système d'ordre 3, donc toutes les solutions ont la propriété voulue. Il resterait à vérifier que les solutions obtenues sont convergentes, mais ça, Sophie le sait, qui les a déjà écrites comme fonctions elliptiques (dans sa page 8).

Si l'on revient au cas général des trois formes linéaires L , L_1 et L_2 et si l'on souhaite décider si toutes les solutions sont méromorphes (ou pour quels choix de L , L_1 et L_2 elles le sont), on se trouve devant deux problèmes.

D'abord déterminer les ordres des pôles. Ensuite, un problème d'algèbre linéaire assez fastidieux : trouver la dimension de l'espace des solutions de toute une famille de systèmes linéaires. Voici la famille en question si l'on suppose que les trois coordonnées ont un pôle d'ordre 1 exactement :

$$\begin{cases} \alpha x_0 - \beta y_0 - \gamma z_0 &= -1 \\ -\alpha_1 x_0 + \beta_1 y_0 - \gamma_1 z_0 &= -1 \\ -\alpha_2 x_0 - \beta_2 y_0 + \gamma_2 z_0 &= -1, \end{cases}$$

puis

$$\begin{cases} (m - \alpha x_0)x_m + \beta x_0 y_m + \gamma x_0 z_m &= A_{m-1} \\ \alpha_1 y_0 x_m + (m - \beta_1 y_0)y_m + \gamma_1 y_0 z_m &= B_{m-1} \\ \alpha_2 z_0 x_m + \beta_2 z_0 y_m + (m - \gamma_2 z_0)z_m &= C_{m-1}, \end{cases}$$

Le cas général d'un système $\dot{x}_i = F_i(x)$

où les F_i sont des formes quadratiques, est étudié dans [Adler et al. 2004]. La matrice en question y est nommée matrice de Kowalevski. Le calcul est en effet complètement analogue à celui de [Kowalevski 1890-91].

et il faut exprimer que, pour certaines valeurs entières de m , ce système n'a pas une solution unique, autrement dit le fait que la matrice dont les trois lignes sont $x_0 L$, $y_0 L_1$ et $z_0 L_2$, avec (x_0, y_0, z_0) solution du premier système, a une valeur propre entière strictement positive (on vérifie sans difficulté qu'elle a toujours la valeur propre -1).

Fastidieux, disais-je, si fastidieux qu'à ainsi s'y prendre, il est fort envisageable de laisser échapper des cas ! Considérons par exemple le cas où

$$L = -y + z, \quad L_1 = x - z, \quad \text{et} \quad L_2 = -x + y,$$

un cas respectable, étudié notamment dans [Adler et al. 2004, § 6.1], un cas intégrable aussi puisque les deux fonctions $x + y + z$

et xyz sont des intégrales premières, comme on le vérifie immédiatement, un cas encore dont les solutions sont des fonctions elliptiques, les courbes

$$x + y + z = h \text{ et } xyz = k$$

étant, en général, des courbes elliptiques. Pourtant, dans ce cas, le système

$$\begin{cases} -y_0 & +z_0 & = & -1 \\ x_0 & & -z_0 & = & -1 \\ -x_0 & +y_0 & & = & -1 \end{cases}$$

ne possède aucune solution : la somme des trois premiers membres est nulle, pas celle des trois seconds. Évidemment, il n'est pas possible que x , y et z aient chacun un pôle, en même temps, au même temps, puisque leur produit est constant. Un cas que nous aurions risqué de laisser échapper !

C'est un reproche que Марков (Markov) fera aux travaux de Sophie (voir page 171), à la suite de quoi Liapounov proposera une autre méthode d'approche de la propriété de Sophie : considérer une solution particulière du système, le long de laquelle l'équation aux variations et, dit-il, si les solutions proches sont méromorphes, alors celles de l'équation aux variations doivent l'être aussi. Attention ! Il ne s'agit bien sûr que d'une condition nécessaire.

Voici ce qu'on obtient en suivant l'idée de Liapounov. Supposons pour simplifier que l'un des termes diagonaux α , β_1 ou γ_2 soit non nul, par exemple, $\alpha \neq 0$. Alors le système différentiel possède la solution particulière

$$x = -\frac{1}{\alpha t}, \quad y = 0, \quad z = 0.$$

Remarquons que seul x a vraiment un pôle. Le système différentiel linéaire (équation aux variations) le long de cette solution est

$$\begin{cases} \dot{X} = XL(x, 0, 0) + xL(X, Y, Z) \\ \dot{Y} = YL_1(x, 0, 0) \\ \dot{Z} = ZL_2(x, 0, 0) \end{cases} \quad \text{avec } x = -\frac{1}{\alpha t}.$$

On résout aisément les deux dernières équations

$$\begin{cases} \dot{Y} = -\frac{\alpha_1 Y}{\alpha t} \\ \dot{Z} = -\frac{\alpha_2 Z}{\alpha t} \end{cases}$$

Dans son livre, Golubev [1960] utilise plutôt une méthode de petits paramètres pour arriver à la conclusion souhaitée dans le cas du solide. J'ai utilisé une variante de la méthode de Liapounov, démontrée par Luc Haine [1984], dans l'article [Audin 2007], pour comparer la propriété d'intégrabilité de Kowalevski à l'intégrabilité au sens de Liouville.

en

$$Y = Bt^{-\alpha_1/\alpha}, \quad Z = Ct^{-\alpha_2/\alpha},$$

et ensuite la première

$$\dot{X} = -\frac{2X}{t} + \frac{\beta}{\alpha}Bt^{-(\alpha_1/\alpha)-1} + \frac{\gamma}{\alpha}CBt^{-(\alpha_2/\alpha)-1}$$

en $X = A(t)t^{-2}$, où A est une primitive de

$$\dot{A} = \frac{\beta}{\alpha}Bt^{-(\alpha_1/\alpha)+1} + \frac{\gamma}{\alpha}Ct^{-(\alpha_2/\alpha)+1}.$$

La condition de Liapounov est ici que les quotients $-\alpha_1/\alpha$ et $-\alpha_2/\alpha$ soient des nombres entiers. En considérant d'autres solutions particulières, on trouve encore d'autres conditions nécessaires. Je ne discute pas ici la solution générale du problème — ce n'est pas le lieu de le faire ! Le sous-exemple considéré par Sophie correspond au cas où $-\alpha_1/\alpha = 1$, $-\alpha_2/\alpha = 1$, etc.

Quant à la remarque pour le cas où $a_1b_2c = a_2bc_1$ (dans la page 11 de la lettre de Sophie), ici

$$\alpha_1\beta_2\gamma = \alpha_2\beta\gamma_1,$$

dont je ne suis pas parvenue à comprendre comment elle l'a trouvée, elle me semble erronée : écrivons $\alpha_i = m_i\alpha$, $\beta_i = n_i\beta$, $\gamma_i = p_i\gamma$ ($i = 1, 2$) et supposons α , β et γ non nuls. La condition de la lettre devient $m_1n_2 = m_2p_1$ — et il suffit de choisir ces quatre nombres non tous entiers et vérifiant cette égalité ($m_1 = m_2$ et $n_2 = p_1$ quelconques par exemple) pour réjouir Sophie sans satisfaire Liapounov. Il est probable que Sophie pensait à cette condition, plus d'autres. Encore une fois ne prenons pas ce qu'elle écrit dans cette lettre comme un résultat d'un article mathématique, elle a seulement « rêvassé » au problème.

CHAPITRE VII

STOCKHOLM

Alors que je n'avais pas encore lu l'article sur le solide en détail, j'avais mentionné à un de mes collègues que ce devait être un travail exceptionnel, puisque l'Académie des sciences avait augmenté le montant du prix Bordin. « Oh ! non, non, c'était pour l'aider, parce qu'elle n'avait pas de poste », m'avait-il répondu. Un peu de condescendance, là aussi, et une façon subtile de rabaisser le niveau d'un travail dont, en effet, l'Académie des sciences avait reconnu le caractère exceptionnel. Et d'ailleurs, il n'est pas tout à fait vrai que Sophie n'avait pas de poste. Au moment où le prix Bordin est déclaré en 1886, aussi bien qu'au moment où il lui est attribué en 1888, Sophie est professeur à Stockholm et elle reçoit un salaire, même si son poste n'est pas encore permanent.

Le poste de Sophie à Stockholm

Ce qu'on appelle « le » poste de Sophie à Stockholm est en réalité une série de trois postes. De quoi constituer une histoire en trois actes.

Premier acte. Privatdozent. Voici comment Mittag-Leffler raconte, dans sa chronique nécrologique [1892-93], l'histoire de l'engagement de Sophie à Stockholm.

Quelques années avant la mort de son mari, Sophie Kovalevsky avait exprimé le désir de se vouer à l'enseignement public et de professer dans une université. Ayant eu connaissance de son souhait et partageant depuis longtemps la haute opinion qu'avait M. Weierstrass sur le talent exceptionnel de son élève, j'avais pendant l'automne de 1880 formé le projet de faire nommer Sophie

J'ai utilisé la graphie allemande *Privatdozent* (mais Gösta écrivait *docent*, ce qui est le mot suédois), surtout parce qu'on dit [Leffler 1993, p. 166] que, pendant ses années russes, Sophie avait publié une nouvelle intitulée *Le Privatdozent*, dans laquelle elle décrivait la vie dans une petite ville universitaire allemande (je n'ai jamais vu de référence précise à ce texte que l'on peut qualifier de mythique).

Kovalevsky mon *docent* (professeur agrégé) à l'université de Helsingfors (Helsinki), où j'occupais alors la chaire de mathématiques. Ce projet échoua ; mais, lorsqu'au printemps de 1881 je fus appelé à l'université nouvelle⁽¹⁾ fondée à Stockholm, j'entamai immédiatement des négociations avec les autorités universitaires, dans le but de faire désigner M^{me} Kovalevsky comme mon professeur agrégé, si elle y consentait.

J'interromps la narration de notre Gösta pour rappeler aux lecteurs qui l'auraient oublié que la Russie administrait et contrôlait encore la Finlande au temps où Mittag-Leffler enseignait à Helsingfors (le tsar de Russie était Grand-Duc de Finlande) ce qui fait que le sexe de Sophie n'était pas seul responsable de l'échec de cette première tentative, ses opinions politiques affirmées ont aussi contribué à cet échec, les Finnois ayant pu craindre que sa nomination apparaisse comme une provocation. Et je profite de l'interruption pour signaler que Sophie, comme Weierstraß, était parfaitement consciente de l'importance historique qu'aurait sa nomination à Stockholm et de la responsabilité qu'elle-même y prendrait. Voici en effet ce qu'elle a écrit à Gösta à ce sujet le 21 novembre 1881 (il s'agit de la lettre dont j'ai déjà cité un extrait page 117) :

[...] Vous savez sans doute aussi bien que moi combien de reconnaissance et d'amitié me lient à M. Weierstrass et combien d'intérêt il a toujours voulu prendre à tout ce qui me concerne, par conséquent, Vous pouvez bien croire que dans une affaire aussi sérieuse je me laisserai complètement guider par lui. Son opinion dans cette affaire est la suivante : il pense que l'apparition d'une femme en qualité de *docent* à une chaire d'université est un pas si grave, et pouvant avoir des conséquences si sérieuses pour la question même que j'ai le plus à cœur de servir, que je n'ai pas le droit de m'y décider avant d'avoir montré ce de quoi je suis capable par des travaux purement scientifiques. M. Weierstrass pense par conséquent qu'il est absolument indispensable que je termine d'abord les recherches qui m'occupent en ce moment et auxquelles j'ai consacré plus d'une année, et qu'avant de les avoir terminées je ne dois ni me laisser distraire par rien d'autre, ni accepter d'obligations aussi sérieuses que celles que Vous voulez bien me proposer. Je dois avouer que je trouve les

Elle travaille sur la double réfraction, mais elle pense aussi au solide, comme la partie de la lettre déjà citée page 117 nous l'a montré.

⁽¹⁾J'appellerai toujours cette institution « université de Stockholm » bien qu'elle n'ait pris officiellement ce nom qu'en 1960. Fondée en 1878, cet établissement original et semi-privé s'appelait *Stockholms Högskola* (école supérieure). Voir [Domar 1978].

raisons de M. Weierstrass tellement justes, que je ne puis faire autrement que de m'y conformer entièrement. Vous voyez par conséquent, cher Monsieur, qu'il est malheureusement hors de question que j'entre en fonction déjà dans le cours de cet hiver. Mais, je le répète, je serai bien heureuse, mes recherches une fois terminées, si vous voulez bien reprendre cette affaire en Vos mains.

Il y a aussi, ce qu'elle ne dit pas parce qu'elle n'en est peut-être pas encore consciente, le statut délicat de cette femme séparée de son mari. Toujours est-il qu'en 1883, la situation a changé. Redonnons la parole à Gösta, toujours dans [Mittag-Leffler 1892-93] :

Pour elle-même, les principales difficultés qui s'étaient opposées jusqu'alors à la réalisation de son désir, venaient de disparaître à la mort de son mari. Par une lettre du 5 août 1883, M. Weierstrass m'annonça qu'elle était disposée à faire un cours de mathématiques à Stockholm, mais que, pour commencer, elle ne voulait donner à ce cours aucun caractère de publicité.

Sophie a donc été nommée *Privatdozent* à l'université de Stockholm en 1883. Lorsque l'on dit aujourd'hui qu'elle a obtenu un poste en 1883, on ne réalise pas ce que cela signifie exactement. Eh bien voilà : ce « poste » lui donnait le droit de pénétrer dans l'institution (rappelons qu'à Berlin elle n'avait pas eu ce droit, elle ne l'avait d'ailleurs toujours pas en 1883) et même d'y dispenser un cours. Ceci n'avait pas été obtenu sans mal, et pas parce que les Suédois étaient plus avancés que les Russes ou les Allemands, mais parce que l'université de Stockholm était une université nouvelle. Gösta Mittag-Leffler, le premier professeur nommé dans cette institution, explique [1923, p. 191] :

Ce sera toujours un honneur pour la Suède, la jeune université de Stockholm et les hommes et femmes éclairés qui y avaient une part, que l'université de Stockholm se soit adjoint une force telle que celle de Sophie Kowalewsky. Une chose semblable eût-elle été possible à cette époque dans toute autre université Européenne ? Mais d'autre part ce serait une vantardise mal placée que de vouloir prétendre que l'engagement de Sonja soit la preuve d'une culture sociale plus avancée au point de vue féministe en Suède que dans d'autres pays. Son engagement réussit surtout grâce à une sorte de surprise qui ne donna pas le temps à l'opposition de s'organiser suffisamment.

Le poids du soutien de Weierstraß a certainement été essentiel. Mittag-Leffler ne le dit pas explicitement, mais c'est aussi et



Gösta Mittag-Leffler

surtout grâce à ses propres qualités « politiques » que l'opération réussit.

Mittag-Leffler. Il est plus que temps d'ouvrir une parenthèse pour y inclure quelques mots sur les qualités politiques de Mittag-Leffler. Il est sans aucun doute le premier et peut-être même encore à ce jour le plus grand stratège et tacticien de la politique scientifique que la communauté mathématique ait compté. Son influence a été accrue par son mariage, son épouse Signe Lindfors était l'héritière d'une grande fortune — c'est grâce à sa dot qu'il fit démarrer *Acta Mathematica* — fortune qu'il utilisa pour constituer son énorme bibliothèque et faire construire la villa de Djursholm où se trouve aujourd'hui l'Institut Mittag-Leffler.

C'était un enthousiaste du contact international : il connaissait tout le monde. Il est responsable du développement des mathématiques en Suède, il a créé et fait fonctionner l'excellent journal international *Acta Mathematica*, j'en reparlerai plus en détail dans ce chapitre, il a persuadé le roi de Suède Oscar II d'instaurer des prix mathématiques et d'honorer des mathématiciens européens, il a trouvé des fonds pour que certains de ceux-ci viennent à Stockholm donner des cours prestigieux, comme le feront Painlevé en 1895 (les *Leçons de Stockholm* [Painlevé 1897] auxquelles il a déjà été fait allusion page 106 sont une rédaction de son cours) et Volterra en 1896, il a institué, c'est le cas de le dire, l'institut qui porte son nom, il a été l'un des instigateurs des premiers Congrès Internationaux des Mathématiciens, qui ont lieu tous les quatre ans. Rappelons (voir la note 2 de la page 46) que la toute première version de son article [1923] a fait l'objet d'une communication au Congrès de Paris, le deuxième de ces congrès, en 1900 (il s'agit de celui pour lequel Hilbert avait fabriqué sa célèbre liste de problèmes pour le XX^e siècle). En hommage à Mittag-Leffler, le Congrès de 1916 aurait eu lieu à Stockholm... s'il avait eu lieu.

Il n'a pas été unanimement apprécié. On sait qu'il était à couteaux tirés avec Schwarz — une rivalité de mathématiciens — et aussi avec Alfred Nobel — une rivalité d'hommes de pouvoir. Ceux qui l'ont connu le décrivent comme un homme de pouvoir, certes, mais aussi comme un homme loyal et intègre. Voir [Cooke 1984, p. 89-91].

Il est certain que la réussite de l'affaire du poste de Sophie a contribué à sa célébrité, mais c'était loin d'être gagné d'avance et il a pris le risque ; Sophie l'avait bien compris, qui craignait que les efforts de Gösta ne minent sa propre position. Gösta



Hermann Schwarz (1843–1921)

était aussi et surtout un admirateur et un ami très sincère de Sophie. Nous le verrons s'énervier contre elle, dans des lettres ou dans son journal — sans que les causes de son énervement ne réussissent jamais à diminuer l'affection profonde qu'il éprouve pour sa collègue et amie (et dont celle-ci est très consciente, déjà en 1882, comme le montre la lettre qui fait l'objet du chapitre VIII).

Fin de la parenthèse. Donc elle a obtenu un poste... mais celui-ci n'était pas accompagné d'un salaire, comme elle le fit ironiquement remarquer

Regarde ça ! Ils ont fait de moi une princesse ! J'aurais préféré qu'ils me donnent un salaire !

en commentant dans une lettre à son beau frère Alexandre Onoufriévitch un article de journal qui écrivait (Sophie cite le même article⁽²⁾, pour Weierstraß, dans la « lettre brûlée », voir [Bölling 1993, p. 427]) :

Aujourd'hui nous devons vous informer, *non pas* de l'arrivée d'un quelconque prince ou personnage tout aussi haut-placé mais totalement ignorant. Non, c'est plutôt une princesse de la science, Mme. Kovalevskaia, qui honore notre cité de sa visite et qui va devenir la première femme *privat docent* de toute la Suède.

La rémunération provenait des auditeurs et dépendait donc du nombre et de la satisfaction de ceux-ci.

Deuxième acte. Professeur extraordinaire. Reprenons le récit de [Mittag-Leffler 1892-93].

En décembre 1883 Sophie Kovalevsky arriva à Stockholm, et pendant le semestre de printemps de 1884, devant un auditoire restreint, mais attentif, elle exposa, en langue allemande, la théorie des équations aux dérivées partielles. Grâce au succès de ce cours, ainsi qu'à l'impression produite sur les cercles intelligents de Stockholm par la personnalité sympathique et géniale de la conférencière, il me fut possible de procurer des fonds suffisants pour faire nommer Sophie Kovalevsky professeur d'analyse supérieure à l'université de Stockholm, pour une période de cinq ans. Malgré le peu de temps qu'elle avait vécu en Suède, elle possédait déjà assez notre langue pour pouvoir enseigner en suédois dès son début comme professeur à l'université.

⁽²⁾Lettre et article cités dans [Koblitz 1993, p. 179].

Elle est donc rapidement (le 28 juin 1884) nommée « professeur extraordinaire », mais pas tout à fait aussi facilement que Gösta a l'air de le dire. Là encore le vocabulaire est trompeur. Extraordinaire, ce n'est pas exceptionnel. Rien à voir avec ce que l'on appelle aujourd'hui en France la « classe exceptionnelle », c'est même exactement le contraire, ce que l'on appelait ici il y a encore une vingtaine d'années un poste d'« assistant-e ». De plus, ce poste était temporaire, il avait une durée de cinq ans.

Je ne sais pas bien quels étaient les standards de l'époque. Toujours est-il que, lorsque Sophie est nommée à ce poste, elle n'a qu'un article publié [Kowalevski 1875], celui du théorème de Cauchy-Kowalevskaya. Les deux autres mémoires de sa thèse ne le sont pas encore et le reste de sa production est à venir. Son travail en cours a certainement été pris en compte. Voici un extrait du rapport qu'Hermite envoya pour soutenir la candidature [Dugac 1985, p. 201] :

Le travail a fait l'objet de sa note [1884a] qu'Hermite a transmise à l'Académie des sciences le 11 février 1884.

Le talent mathématique de Madame Kowalevski s'est révélé avec éclat dans sa dissertation inaugurale et dans un travail d'une haute importance sur la théorie de la lumière que j'ai présenté à l'Académie des sciences de Paris. L'exposition de la méthode de Mr Weierstrass pour établir l'existence d'une fonction vérifiant une équation aux dérivées partielles qui a fait le sujet de la thèse inaugurale montre le don bien rare d'une extrême clarté d'esprit, en même temps que des connaissances étendues et de l'ordre le plus élevé en Analyse.

Ce beau travail comble une lacune dans la science et a sa place marquée dans l'enseignement avec celui de MM. Briot et Bouquet sur un sujet analogue concernant les équations différentielles ordinaires.

Je saute ici les compliments sur un travail qui va s'avérer erroné.

Les recherches mathématiques de Madame Kowalevski sur la physique mathématique ont eu pour objet la propagation de la lumière dans un milieu cristallisé. [...] Un si rare talent, une telle supériorité d'intelligence, me font vivement désirer que, dans l'intérêt de son enseignement mathématique, l'Université de Stockholm s'assure le concours de Madame Kowalevski.

Ajoutons, de façon plus anecdotique et même si ceci a déjà été signalé, qu'il lui fut donné, mais à elle seulement, le droit d'aller écouter les conférences de Weierstraß à Berlin et même celui, exorbitant, de pénétrer dans toutes les universités prussiennes. Voir la page 3 de la lettre citée au chapitre VI (page 111).

Troisième acte. Professeur ordinaire. Suite du rapport de Mittag-Leffler.

Avant l'expiration de la période quinquennale, Sophie Kovalevsky remporta à l'Institut de France le Prix Bordin [...] Cette circonstance facilita mes efforts pour réunir les fonds nécessaires à l'établissement définitif de la chaire d'analyse supérieure à l'université de Stockholm. Ce fut au printemps de 1889 que notre université put s'assurer des services continués de Sophie Kovalevsky en la nommant professeur à *vie*.

Le prix Bordin (dont je reparlerai au chapitre IX) l'aida donc à obtenir le poste de professeur à vie (mais il lui restait si peu à vivre) le 6 juin 1889, et ceci bien que Sophie, au grand déplaisir de Gösta, ne soit pas rentrée à Stockholm au début de l'année pour y fêter son succès (voir [Björk 2002] pour des détails). Les lettres de recommandation envoyées par Beltrami, Bjerknæs et Hermite, trois spécialistes indépendants, un Italien, un Norvégien et un Français, furent aussi utiles. Si je mesure mal quelle était alors la renommée de Bjerknæs, un spécialiste norvégien d'hydrodynamique (qui est aussi l'auteur d'une biographie de son compatriote Niels Abel), je peux affirmer que tous les mathématiciens d'aujourd'hui connaissent encore les noms de Beltrami et de Hermite.

La même année, Sophie devait obtenir un prix de l'Académie suédoise et être élue membre correspondant(e ?) de l'Académie des sciences russe. En France elle est même décorée (le 13 juillet 1889) du titre d'« officier de l'Instruction publique ».

La vie à Stockholm — vie professionnelle

Nommée dans cette ville, Sophie arrive donc à Stockholm, le 17 novembre 1883. Quelques mois plus tard, ayant brièvement quitté cette patrie d'adoption pour un voyage en Russie, elle écrit ([Leffler 1993, p. 182]) :

[...] Il me semble avoir trouvé en Suède une nouvelle patrie, une nouvelle famille, au moment de ma vie où j'en avais le plus besoin...

À Stockholm, Sophie a appris le suédois, de sorte que, si elle a donné sa première série de conférences en allemand, elle a pu, dès septembre 1884, faire la suivante en suédois, elle s'est mise à patiner, à monter à cheval, à danser, elle a fait venir sa fille, elle s'est remise au travail. Pour la première fois depuis ses années comme étudiante à Berlin, elle se trouvait faire le métier pour lequel elle était compétente, celui qu'elle désirait exercer,

D'après Jan-Erik Björk [2002, p. 13], la chaire d'analyse supérieure fut ouverte au concours (comme on dit aujourd'hui) en mars. Les deux autres mathématiciens susceptibles de pouvoir l'occuper et donc de concourir, Lars Edvard Phragmén et Ivar Bendixson, déclarèrent qu'ils considéraient Sophie comme supérieure et ne se portèrent pas candidats.

Sophie n'est pas la première femme élue membre d'une Académie des sciences, puisque notre « première femme », Maria Agnesi, l'avait été à Bologne.

elle pouvait se mettre à travailler dans un environnement universitaire (restreint mais) normal. C'était, non seulement une nouvelle vie, mais aussi la période la plus créative de sa vie qui commençait.

Elle attirait l'attention dans tous les milieux, à l'université par ses conférences, très appréciées, dans la société, dans les cercles littéraires. La princesse de la science a été accueillie avec enthousiasme... mais pas par tous : par exemple, les affiches annonçant ses conférences ont été déchirées par ses collègues de l'université d'Uppsala.

Voir dans [Björk 2002, p. 23] la description des cours de Sophie que fait Gösta lorsqu'il écrit au Conseil de l'université pour proposer de la nommer professeur extraordinaire.

Elle a participé à des séminaires (qui se tenaient chez Gösta). Elle a donné des cours à l'université, douze pendant les sept ans qu'elle y a passés. Avec enthousiasme, au moins au début. Avec succès, toujours. Son premier cours porte sur le problème de Dirichlet, un sujet d'actualité dans lequel elle peut faire état de ses propres recherches (le théorème de Cauchy-Kovalevskaya). Dans son journal, après la toute première conférence le 30 janvier 1884, elle écrit [Kochina 1985, p. 131] :

D'après Jan-Erik Björk [2002, p. 14], son premier cours a été donné par Sophie le 11 février. Weierstraß parle, lui, du 1^{er} février dans une de ses lettres (voir [Bölling 1993, lettre 128]).

Donné le premier cours aujourd'hui. Ne sais pas si bon ou mauvais, mais je sais que c'était très triste de rentrer à la maison et de me sentir si seule dans ce monde. Je me sens particulièrement seule à de tels moments. *Encore une étape de la vie derrière moi.*^{*(3)}

Il n'est pas très étonnant que Sophie se soit sentie si seule. Rappelons que, lorsqu'elle est arrivée à Stockholm deux mois auparavant, elle n'y connaissait personne, sauf Gösta... qu'elle n'avait encore rencontré, si je compte bien, que trois fois : en 1876 et en 1880 à Saint-Petersbourg puis, au printemps 1882, à Paris. Dans son journal à lui, Gösta note à propos de la même conférence (cité dans [Björk 2002, p. 22]) :

Au début, Sonja était nerveuse et avait du mal à parler — mais elle s'améliora rapidement. Quand la conférence fut terminée, elle reçut les applaudissements nourris de l'assistance. Il était évident, dès le début, qu'elle serait une excellente conférencière.

Si, lors de cette première conférence, elle ne regarda que le tableau et quitta la salle aussitôt la craie posée, elle devait rapidement se sentir plus à l'aise. Une de ses étudiantes raconte :

J'avais toujours l'impression que Mme Kowalevski regardait à travers moi comme si j'étais en verre, mais en

⁽³⁾ Comme je l'ai déjà signalé page 52, cet astérisque après une phrase en italiques signifie que la phrase était en français dans le texte.

même temps, je me sentais à l'aise sous ce regard tendre et sûr⁽⁴⁾.

Voici ce que Sophie écrit à Gustav Hanseemann en avril 1885, elle s'excuse de ne pas lui avoir écrit plus tôt, à cause de tout ce qu'elle avait à faire et dont elle lui fait la liste, en commençant par :

D'abord j'ai naturellement dû penser à mes trois cours sur l'introduction algébrique à la théorie abélienne, et partout en Allemagne ces cours passent pour les plus difficiles. J'ai beaucoup d'auditeurs, et les ai presque tous conservés, à l'exception de deux ou trois. [...]⁽⁵⁾

Parmi les auditeurs de ces cours, en plus de Mittag-Leffler, de Bendixson et de Phragmén (c'est Phragmén qui prendra le poste de Sophie après sa mort), on peut aussi noter la présence d'Ivar Fredholm, dont le nom est aujourd'hui bien connu des mathématiciens, qui ne passera sa thèse qu'en 1898. Les premiers « étudiants » de Sophie lui offrirent, à la fin du cours, une photographie d'elle-même qu'ils avaient fait encadrer [Cooke 1984, p. 103].

La question du salaire

Revenons quelques années en arrière. Lorsqu'elle quitte son mari et part pour Berlin et Paris en 1881, Weierstraß et Mittag-Leffler commencent à s'occuper de lui trouver un poste. En juin 1881, elle écrit à Mittag-Leffler de Berlin (cité dans [Leffler 1993, p. 174]⁽⁶⁾) :

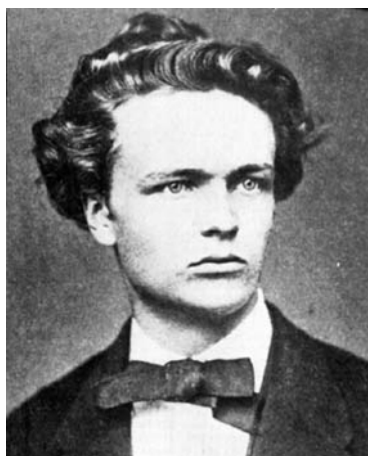
[...] En ce qui me concerne, je puis vous assurer que si la place de *privat docent* m'est offerte, je l'accepterai de tout mon cœur. [...] Sans être riche, j'ai les moyens de vivre indépendante, la question d'appointements n'entretrait donc pour rien dans ma résolution. Ce que j'ai principalement en vue, c'est de servir une cause qui m'est chère, et de m'assurer en même temps, à moi-même, la possibilité de me consacrer au travail dans un milieu occupé des mêmes travaux, bonheur qui m'a toujours manqué, qui me manque encore en Russie, et dont je n'ai joui jusqu'ici que pendant mon séjour à Berlin. [...]

⁽⁴⁾Rapporté dans [Kochina 1985, p. 131].

⁽⁵⁾Cité dans [Leffler 1993, p. 192].

⁽⁶⁾Ici encore une traduction multiple — la lettre originale est écrite en français, je suppose qu'Anne-Charlotte l'a traduite en suédois et qu'elle a été retraduite.

Beau-frère de Sophie, Alexandre Onoufriévitch Kowalevski, était aussi un zoologiste éminent.



August Strindberg (1849–1912)

Apparemment, Strindberg, qui connaissait peut-être mieux l'écrivain Anne-Charlotte Leffler que son frère mathématicien ne savait pas que celui-ci avait ajouté le nom de sa mère à son nom de naissance.

Deux ans plus tard, je l'ai dit, le suicide de son mari avait finalement facilité son engagement à Stockholm. Mais n'oublions pas les raisons pour lesquelles Vladimir s'est suicidé et qui font qu'il lui a légué des dettes. De plus, Sophie doit aussi aider son jeune frère (voir [Koblitz 1993, p. 191]). Nous avons vu (page 129) qu'elle envisage la question du salaire un peu différemment mais elle est heureuse d'accepter le poste. En août 1883, elle écrit, toujours à Mittag-Leffler, cette fois d'Odessa où elle passe l'été avec sa fille chez Alexandre Onoufriévitch, le frère de Vladimir ([Leffler 1993, p. 176]) :

[...] Je suis si reconnaissante à l'Université de Stockholm qui, seule de toutes les universités d'Europe, veut bien m'ouvrir ses portes, je me sens d'avance si disposée à m'attacher à Stockholm et à la Suède comme à un pays natal ! J'espère que, quand j'y viendrai, ce sera pour y passer de longues années, et pour y trouver une seconde patrie. [...]

Après qu'elle fut nommée sur le poste pour cinq ans, l'écrivain August Strindberg écrivit (en 1886) à un mathématicien (cité dans [Domar 1978, p. 10]) :

Comme un journal français m'a assigné la tâche d'écrire à propos de Mme. Kovalevski et comme je ne suis pas capable de juger son travail mathématique, je prends la liberté de vous demander ce que vous pensez de ses capacités. Il serait particulièrement utile pour moi de savoir quelle relation sa thèse entretient avec le Professeur Weierstrass, et si ses mérites mathématiques sont en proportion de sa grande réputation scientifique.

D'autre part, j'aimerais en savoir plus sur son engagement. Le salaire de Leffler a-t-il été divisé ? Et avait-on besoin de deux professeurs ?

Dans l'espoir que vous m'honorerez d'une réponse franche, et avec l'assurance de ma discrétion,

August Strindberg

Après avoir lu tant et tant d'affirmations (plus récentes) dépourvues de la moindre rigueur (j'en ai déjà cité quelques-unes mais ce n'est pas fini) et qui ne m'ont pas rendue très fière de certains de mes collègues, je suis heureuse de pouvoir écrire ici que, selon [Domar 1978], mon collègue, le mathématicien en question, qui s'appelait Gustav Eneström et qui était aussi le secrétaire d'*Acta Mathematica*, ne répondit pas à cette lettre.

À la question sur le salaire, disons-le, la réponse est, comme on s'en doute, « non », le salaire de « Leffler » n'a pas été affecté par le recrutement de Sophie. Et, pour ceux qui se demanderaient naïvement si Sophie gagnait autant que Gösta, eh bien la

réponse est aussi, comme on s'en doute probablement, « non ». Au fil des extraits du journal de Gösta cités dans [Hörmander 1991], on trouve les détails : au début elle gagnait 4 000 couronnes (d'après [Björk 2002, p. 22], les professeurs d'Uppsala gagnaient 6 000 couronnes par an) et en 1888 elle en gagnait 6 000 (dont 1 000 venaient directement de Mittag-Leffler — rappelons que le financement de l'établissement était surtout privé, rappelons aussi que Gösta était très fortuné (notamment grâce à son mariage), indépendamment du fait qu'il touchait un salaire de 7 000 couronnes.

Les demandes d'« augmentation » de Sophie ont fini par irriter le « grand frère » Gösta qui, pas plus (nous le verrons) que sa sœur Anne-Charlotte, ne comprenait réellement les difficultés que Sophie rencontrait dans sa vie quotidienne. Celle-ci vécut aussi le (pas encore classique) conflit entre carrière et vie familiale lorsqu'elle demanda, à l'automne 1886, un congé pour aller soigner sa sœur Aniouta. Le congé fut refusé à Sophie. Cette année-là, sa fille était avec elle à Stockholm et Sophie expérimenta aussi la vie d'une mère de famille isolée, professeur d'université, finissant rappelons-le un important travail de recherche.

À Gösta qui lui reprochait de trop se plaindre, elle répondit :

Lorsqu'une femme suédoise est fatiguée ou de mauvaise humeur, elle boude et ne dit rien. C'est pourquoi sa mauvaise humeur entre dans son organisme et devient une maladie chronique. Au contraire, une femme russe se plaint et gémit si intensément que ceci produit le même effet qu'une infusion de tilleul sur une grippe. En plus de ça, je dois Vous dire que je ne me plains et ne commence à gémir que lorsque je suis un peu malheureuse. Quand je suis en grande détresse, moi aussi je suis silencieuse et nul ne peut deviner mes angoisses⁽⁷⁾.

Jusque là, aucun professeur n'avait jamais seulement eu l'idée de faire une pareille demande, sans doute simplement parce qu'aucun de ces grands hommes ne serait allé soigner une sœur malade, c'est à ça que servent les épouses.

La vie à Stockholm — l'opinion

Dans l'esquisse auto-biographique dont on trouve une traduction en anglais dans [Kovalevskaya 1978], Sophie écrit (retraduit en français par moi) :

Comme je l'ai dit, je vis en Suède depuis 1883 et je me suis si complètement assimilée au style de vie que je m'y

⁽⁷⁾ Cité dans [Kochina 1985, p. 142] (je suppose que le texte original est en français, il est passé par le russe et l'anglais ici).

L'Ambassadeur de Russie a en effet fait recevoir Sophie officiellement par le roi Oscar II (le 28 octobre 1884) à la demande de Sophie elle-même — elle raconte dans une lettre à Mittag-Leffler qu'elle lui a même donné un cours [Cooke 1984, p. 108].

sens vraiment chez moi. Stockholm est une belle ville et son climat est plutôt bon — sauf au printemps qui est désagréable. J'ai un grand cercle d'amis et une vie sociale active. Je suis même reçue à la cour.

Mais Stockholm est une petite ville, une toute petite ville au fin fond de l'Europe, au mieux une capitale provinciale. Et puis, Sophie, avec son style bohème, sa liberté, ses opinions politiques, s'accorde mal avec la froideur et la réserve conventionnelles de la bonne société suédoise, toujours prête à considérer et à commenter ce qu'elle fait.

Elle l'avait pressenti, lorsqu'elle avait écrit à Vollmar de Paris en 1882 la lettre qui fait l'objet du chapitre VIII. Et ses craintes étaient justifiées. Dans la « lettre brûlée », quelques jours après son arrivée à Stockholm, elle écrivait déjà, pour accompagner la citation de l'article de journal où elle était nommée princesse [Bölling 1993, p. 427] :

Tu dois savoir que Stockholm est la plus comique petite ville du monde, où tout est connu de chacun et où le plus petit incident prend les proportions d'un événement mondial.

Il n'est pas certain qu'elle ait trouvé la situation comique très longtemps. Voici comment elle en parle, *a posteriori*, dans une lettre à Anne-Charlotte Leffler dès juin 1884 [Leffler 1993, p. 184] :

[...] Je suis prête à me soumettre au jugement du tribunal des dames de Stockholm en tout ce qui concerne les petites choses de la vie, mais lorsqu'il s'agit de questions graves, et que mon bien-être, et surtout celui de la petite, est en jeu, ce serait une impardonnable faiblesse de me laisser influencer par l'ombre du désir de paraître une bonne mère aux yeux du poulailler de Stockholm.

À noter que trente ans plus tard, Branting, un des inventeurs de la social-démocratie, deviendra (fréquentable puisque) premier ministre, il obtiendra même le prix Nobel de la Paix en 1921 (voir, toujours [Björk 2002]).

Là, c'est de sa vie avec sa fille qu'il est question. De même elle refusera de dissimuler son amitié avec le dirigeant socialiste suédois Karl Hjalmar Branting, qui fut pourtant utilisée contre elle lors du débat précédant sa nomination comme professeur à vie en 1889 (voir l'extrait du journal de Gösta cité dans [Björk 2002]).

La vie à Stockholm — Anne-Charlotte Leffler

Pour imaginer la façon dont la bourgeoisie bien pensante de Stockholm pouvait considérer le mode de vie de Sophie, il suffit

de lire ce que dit de son intérieur, sans penser à mal, son amie Anne-Charlotte [Leffler 1993, p. 205] :

Le salon amené de Russie était caractéristique ; il venait de la maison de ses parents, et avait toute la pompe de vieux meubles aristocratiques : il avait autrefois garni un énorme salon, et se composait d'un immense sofa qui occupait tout un côté du mur, d'un canapé faisant jadis partie d'un meuble décoratif destiné à être orné de plantes et placé au milieu d'une pièce, de grands fauteuils en acajou, profonds, richement sculptés et recouverts, comme le reste du mobilier, de damas rouge foncé, très déchiré, avec des sièges défoncés et des ressorts brisés. Il fut toujours question de réparer ces fauteuils, mais on en resta là, en partie parce que, selon le point de vue russe de Sophie, il n'y avait rien d'extraordinaire à avoir des meubles déchirés dans son salon, en partie aussi, parce que jamais elle ne s'attacha à Stockholm, et n'eut le sentiment que cette demeure fût autre chose qu'une station sur sa route ; elle ne voulait donc pas faire de dépenses inutiles.

Et on nous dit qu'Anne-Charlotte passait pour révolutionnaire en Suède. Quelle bourgeoise ! Et Sophie, qui fait venir ses meubles de Russie, qui n'a jamais assez d'argent, et sa meilleure amie qui n'y comprend rien et dont peut-être la respectabilité est choquée. Dans ses souvenirs, la fille de Sophie exprime une opinion analogue et commente cette description ainsi (cité dans [Kochina 1985, p. 319]) :

Peut-être que ça lui semblait ainsi parce qu'elle avait l'habitude des respectables appartements des familles suédoises comme il faut... En tout cas notre appartement me semblait splendide. Notre salon, avec ses meubles en acajou recouverts de satin rouge, me semblait magnifique et je n'ai guère remarqué les défauts qui choquaient Anne-Charlotte.

Une si petite ville. Rien n'échappe au regard de ce monde, de ce « poulailler ». À Heidelberg, à Berlin, à Paris, il y avait les amies, Julia, Maria, Aniouta. À Stockholm il y a Anne-Charlotte. Et ce n'est pas la même chose. Des jeunes révolutionnaires ou scientifiques, ceux qu'Anne-Charlotte appelle les « conspirateurs », à la bourgeoisie guindée, le passage est un peu rude. Sophie se retrouve certainement isolée, spirituellement isolée. C'est certainement aussi l'endroit où elle s'est sentie le plus coupable de ne pas être plus militante. Quelle connivence politique avec Anne-Charlotte ?

Et d'ailleurs, quelle connivence tout court ? À Anne-Charlotte, comme elle le faisait habituellement (voir page 210 ce

Une culpabilité qu'elle a souvent éprouvée et exprimée, comme en témoigne notamment sa correspondance avec son ami Georg von Vollmar vers 1882 (voir par exemple les livres [Koblitz 1993, p. 167-168] et [Tollmien 1995, p. 109-113]).

que disait Maria Jankowska des facettes de Sophie), Sophie n'a peut-être montré qu'une des facettes de sa personnalité. En tout cas, la biographe n'en a retenu qu'une. La brillante scientifique enthousiasmée par le beau travail mathématique qu'elle accomplit n'apparaît dans la biographie d'Anne-Charlotte [1993, p. 201] que par une sorte d'inadvertance de l'auteur :

Dès lors, [il est question de la rencontre avec Poincaré et d'autres avec qui Sophie a parlé de son travail sur le solide] la science donnait seule du prix à la vie ; tout le reste, bonheur personnel, amour, culte de la nature, rêves de l'imagination, était folie ; la poursuite d'une vérité scientifique devenait le but le plus élevé que l'on pût se proposer, et un échange d'idées avec ses égaux, sur le plan intellectuel, était la plus belle chose du monde. La joie de créer la possédait [...]

Anne-Charlotte, qui passait pour championne des droits des femmes, semble bien avoir été persuadée que la recherche de l'amour était l'idéal de la vie d'une femme. On le voit même dans ce passage où elle ne peut s'empêcher d'opposer toujours le « bonheur personnel » et le bonheur de la création scientifique. Elle tend plutôt à présenter Sophie comme une femme malheureuse (en particulier de faire des mathématiques) alors qu'elle ne souhaite qu'aimer et surtout être aimée. Le livre d'Anne-Charlotte fourmille en effet de passages tels que celui-ci [1993, p. 199] :

[...] le travail par lui-même, la création scientifique n'avait, disait-elle [c'est Anne-Charlotte qui parle, rapportant ce que disait Sophie], aucune valeur, puisqu'il ne donnait pas le bonheur, et ne faisait pas avancer l'humanité ; c'était folie que de passer les années de sa jeunesse à étudier, c'était un malheur, surtout pour une femme, d'avoir des dons qui l'entraînaient dans une sphère où elle ne serait jamais heureuse.

Au fil de la narration, nous découvrons quand même qu'en plus du patinage et de l'équitation que Sophie pratiquait avec plaisir et humour, celle-ci s'enthousiasmait pour des activités telles qu'une excursion en montagne par exemple [Leffler 1993, p. 202]. Il me semble que si l'on retirait à ce livre les commentaires psychologisants qu'il comporte, il montrerait une image toute différente de Sophie. Le livre présente aussi Sophie comme une femme dépendante, ce qui n'a certainement pas été sans influence sur l'image de la scientifique elle-même [Leffler 1993, p. 191] :

[...] elle avait la qualité féminine, généralement appréciée des hommes, de trouver du plaisir à se laisser protéger, car elle joignait à une énergie masculine, et à un caractère parfois inflexible, l'inexpérience toute féminine que nous avons déjà signalée. Elle avait besoin d'un appui, d'un ami, pour l'aider dans toutes ses petites difficultés et les lui aplanir, et presque toujours, elle le trouvait, sinon elle se sentait malheureuse et abandonnée comme une enfant. Elle ne savait ni acheter une robe toute seule, ni ranger ses affaires, ni même trouver son chemin dans une ville : à Stockholm elle ne connut jamais que les rues où elle passait pour se rendre à l'Université, ou chez ses amis les plus intimes ; jamais elle ne sut gouverner ses intérêts, tenir sa maison, s'occuper de son enfant, qu'elle laissait toujours à la garde d'autrui, en un mot la plupart des petits soucis de la vie lui étaient un pesant fardeau. Mais toujours et comme à point nommé, elle trouvait quelque ami dévoué, qui se consacrait à ses intérêts, et sur lequel la charge retombait. À chaque station de chemin de fer où, dans ses nombreux voyages, elle avait à s'arrêter, quelqu'un l'attendait, venu à sa rencontre pour lui retenir une chambre, l'accompagner à l'hôtel et lui rendre les petits services nécessaires. Et elle était si contente, si reconnaissante de se sentir protégée, de dépendre d'un autre pour ces petites choses, qu'elle exagérait parfois dans ce but, ainsi que je l'ai dit, ses appréhensions et son inexpérience.

Le récit du dernier voyage de Sophie, de son retour difficile à travers les îles danoises (voir ici page 61), relève sans doute des mêmes *a priori* : comme elle n'avait pas de sens pratique, elle ne possédait pas d'argent danois, elle n'a donc pas pu payer un porteur et comme elle a, faible femme, porté elle-même ses bagages, elle est tombée malade et a fini par en mourir. À remarquer aussi qu'Anne-Charlotte laisse entendre que Sophie a quitté Gênes plus ou moins à la suite d'une dispute avec Maxime Kowalevski et que, désespérée sans doute, elle s'est lancée dans ce voyage qui devient quasiment suicidaire. Cette légende est reprise de façon condensée, encore plus spectaculaire, par Marie-Louise Dubreil-Jacotin [1948, p. 265] :

Ne pouvant pas plus se passer de lui que vivre avec lui, épuisée, déchirée par ces luttes incessantes, elle déclina et mourut en 1891 à l'âge de 41 ans d'un bref accès d'influenza.

En réalité, on l'a vu, Sophie s'est rendue de Gênes à Paris puis à Berlin où elle a passé quelques jours chez les Vollmar en janvier 1891, et c'est de là qu'elle est rentrée à Stockholm.

Cette absence supposée de sens pratique chez Sophie — une réputation bien ancrée — me semble peu compatible avec les confitures et les broderies que confectionnait Sophie, voir page 238.

Elle-même s'est d'ailleurs moquée, dans une lettre à Weierstraß en août 1883, d'un jeune mathématicien de Berlin, parce qu'il lui avait prodigué des conseils pour son voyage à Odessa, « conseils qui n'étaient pas des plus pratiques » [Mittag-Leffler 1923, p. 190].

Vollmar la décrit comme très joyeuse et semblant heureuse (voir ici page 219). Les témoins de sa mort disent même que ses derniers mots ont été : « Trop de bonheur ».

Les ravages de cette présentation sont encore largement visibles. Les conclusions de Loria [1903, p. 391] sur l'indépendance scientifique de Sophie (voir aussi ici page 233) sont déduites, explicitement, de citations d'Anne-Charlotte. Les longs paragraphes « psychologiques » qui concluent le très récent [Kozlov 2000] (dont le passage cité ici page 243) viennent eux aussi, sans doute à travers divers intermédiaires, de [Leffler 1993, p. 191]).

Une autre écrivaine suédoise amie de Sophie, Ellen Key, critiquera le livre d'Anne-Charlotte Leffler en disant que celle-ci a limité sa description à « la femme dans la mathématicienne » en négligeant « la mathématicienne dans la femme » et qu'elle n'a pas compris la personnalité changeante de la femme vraiment complexe qu'était Sophie (voir [Björk 2002, p. 41] et ici page 228). Ne soyons pas injustes. Le livre d'Anne-Charlotte est partial, ses effets sont pernicioeux, mais il contient de belles choses, comme la phrase attribuée à Sophie par Anne-Charlotte [1993, p. 141] et mise en exergue du présent livre.

La vie à Stockholm — les amis

Le 2 décembre 1889, jour du centenaire de la naissance du général Schubert, Hugo Gyldén devait recevoir un prix de 1 000 roubles — le prix bisannuel institué en l'honneur de notre vieil ami le général Schubert... par une des tantes de Sophie, Sofia Schubert.

★

Poincaré n'a pas toujours adoré tous les travaux de Gyldén — voir ses lettres de 1889 à Mittag-Leffler dans [Nabonnand 1999].

Sophie a d'autres amis à Stockholm que Gösta et Anne-Charlotte. Il y a l'écrivaine Ellen Key que nous venons d'évoquer. Il y a son collègue l'explorateur Nordenskiöld. Il y a surtout l'astronome Hugo Gyldén et sa famille (ce sont d'ailleurs Hugo et Thérèse Gyldén qui prendront soin de Fufa à la mort de Sophie, avant qu'elle soit emmenée en Russie et adoptée par Julia Lermontova). Hugo Gyldén est un astronome et un mathématicien dont les centres d'intérêt ne sont pas si éloignés que ça de ceux de Sophie — il est d'ailleurs cité dans les toutes premières pages des *Méthodes nouvelles* de Poincaré [1987, p. 3] :

Mais le savant qui a rendu à cette branche de l'Astronomie [il s'agit de la théorie de la Lune, alias le problème à trois corps] les services les plus éminents est sans contre-dit M. Gyldén. Son œuvre touche à toutes les parties de la Mécanique céleste, et il utilise avec habileté toutes les ressources de l'Analyse moderne. M. Gyldén est parvenu à faire disparaître entièrement de ses développements tous les termes séculaires qui avaient tant gêné ses devanciers.

Voici comment la fille de Sophie se souvient de l'entourage de sa mère à Stockholm [Kochina 1985, p. 320] :

Un vieux monsieur nommé Nordenskiöld s'asseyait dans ce salon [le salon qu'Anne-Charlotte et « Fufa » nous ont décrit page 137] et nous racontait des choses intéressantes sur ses voyages le long des rivages de la Sibérie sur le navire *Vega* et nous avons rencontré là le jeune Nansen, qui commençait tout juste sa carrière d'explorateur arctique. Des Professeurs d'Université nous rendaient visite, comme Gylden (un astronome), Brögger (un géologue [un Norvégien professeur à Stockholm]), Leche (un zoologiste), le médecin Medin (il a donné son nom à la maladie de Heine-Medin [la poliomyélite]) et Mittag-Leffler avec sa sœur, Ellen Key (un écrivain) et l'éditeur d'un journal (*le Libre-penseur*) appelé Branting, qui devint très célèbre plus tard comme représentant le parti social démocrate au Riksdag, mais à l'époque, il était souvent en prison à cause de ses remarques insultantes sur le roi.

À partir de 1888, Maxime Maximovitch Kowalevski nous rendait souvent visite ; il venait pour des conférences de sociologie. Nous recevions des artistes suédois et norvégiens, des écrivains et des critiques tels que Brandes [un critique, mais danois, que nous reverrons] et Ibsen et il y en avait beaucoup d'autres dont j'ai oublié les noms.

Des amis, des collègues, des collègues et amis. Mais une position ambiguë. Toutes les femmes mathématiciennes ont, encore aujourd'hui, l'expérience de ces dîners où les hommes parlent des sujets intéressants pour elles (les mathématiques) et les femmes (leurs épouses) de poterie, de cuisine ou de jardin — et où elles ont du mal à se situer. Eh bien ! Imaginez que vous soyez la première à qui ça arrive. C'est le cas de Sophie.

Il y a aussi la société *Nya Idun*, un club social de femmes imitant le club masculin *Idun* (entre parenthèses, *Idun* est une déesse, une femme, celle qui dispense les pommes de la jeunesse éternelle, étonnant qu'une société masculine ait pris son nom), *Nya Idun* donc, on se réunit, on donne ou on écoute des conférences sur des sujets culturels d'intérêt général, on chante et on joue du piano. Sophie y participe, de même qu'Anne-Charlotte et Ellen Key, qui en est la présidente. De même *Heimdall* (du nom d'un homme cette fois, toujours un héros mythologique, mais lui fils de neuf femmes), une société mixte, à laquelle elle participe aussi, et la société des treize [Kochina 1985, p. 164], avec... toujours les mêmes.

En 1884, le vieux monsieur, Adolf Nordenskiöld (1832–1901), avait cinquante-deux ans. Il était extrêmement célèbre pour avoir ouvert, en 1878–79, le « passage du nord-est » : il avait fait le tour complet du continent eurasiatique, Norvège – nord de la Sibérie – détroit de Bering – Yokohama – Suez...

Une remarque à propos d'Ibsen. Pelageya Kochina commence son livre en expliquant que la personnalité de Sophie était si remarquable « que le grand écrivain norvégien Henrik Ibsen a dit qu'écrire sa biographie demanderait d'écrire un poème ». Cette phrase est recopiée ici ou là mais je n'ai pas été capable de trouver une référence exacte dans l'œuvre d'Ibsen.

Quant à l'amour... Pelageya Kochina cite [1985, p. 247] la réponse que Sophie aurait faite à Maria Jankowska qui lui demandait des nouvelles de sa vie sentimentale :

En Suède, les hommes jeunes naissent mariés — mes admirateurs sont tous d'âge vénérable, à eux trois ils ont deux cents ans.

Des amis et des collègues. Mais quand même un cercle bien restreint. Sophie voyage beaucoup, voit ses amis mathématiciens en Allemagne, tente d'en faire venir à Stockholm (voir l'histoire de Runge page 54), rencontre les mathématiciens français, mais Stockholm est si petite. Elle commence à s'y sentir à l'étroit. D'autant plus que ses moyens financiers sont plutôt limités. Elle se plaint à son ami Gösta, elle a besoin de davantage d'argent, il relate ces revendications dans son journal (des extraits bien choisis en ont été traduits en anglais et publiés dans [Hörmander 1991]). Elle essaie même de trouver un poste en France (voir les lettres d'Hermite citées page 165). Qui l'eût cru, Gösta est assez sensible au qu'en dira-t-on, je me suis donné du mal pour la faire accepter ici et maintenant elle menace de s'en aller, de quoi vais-je avoir l'air. Et c'est une des raisons qui poussent Sophie à écrire deux pièces de théâtre avec Anne-Charlotte alors qu'elle est en pleine rédaction du travail sur le solide, dit-elle : elle espère que ça va lui rapporter de l'argent !

Acta Mathematica

Les auteurs français, qui s'en étonnera, écrivent en français. Mais c'est aussi en français que seront traduits les sept articles de Cantor publiés dans le volume 2 (voir aussi la note 8).

Acta Mathematica est une des plus belles réussites de Mittag-Leffler. Il crée le journal en 1882, c'est une revue suédoise, une revue scandinave, une revue internationale. Le directeur est suédois, le comité de rédaction est nordique, comprenant notamment Bjerknes, Lindelöf, Lie et Sylow, les auteurs sont internationaux. Les articles sont écrits en français ou en allemand. Le fait que Mittag-Leffler soit une telle personnalité, et surtout qu'il ait des liens avec les communautés mathématiques les plus puissantes, l'allemande et la française, est essentiel dans les débuts grandioses du journal. Mittag-Leffler cherche des articles, ses collègues français et allemands en écrivent, Sophie va en publier d'anciens, en écrire de nouveaux et, peut-être plus important pour le journal, elle va en attirer. Elle entre dans le comité de rédaction dès 1884, elle y restera jusqu'à sa mort. Elle ajoute aux connexions allemandes et françaises les connexions russes. Mittag-Leffler cherche aussi de l'argent et

le soutien d'institutions renommées. Sophie réussira à obtenir l'accord de principe du Grand-Duc Constantin, le président de l'Académie russe, mais ce soutien institutionnel ne se concrétisera pas — à cause de la question finlandaise. Les articles, eux, arrivèrent bien, comme nous allons le voir.

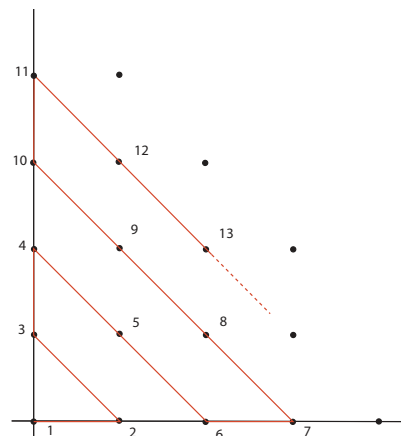
La naissance brillante du journal est assez impressionnante. On trouve des informations intéressantes dans l'article [Domar 1982]. L'idée aurait été suggérée à notre Gösta par le mathématicien norvégien Sophus Lie. Le soutien de Weierstraß et celui d'Hermite ont joué un rôle important. D'autant plus que le nouveau journal pouvait sembler concurrencer le journal de Crelle (voir la note marginale page 80), dont Weierstraß s'occupait alors avec Kronecker.

Puisqu'il est ici question de Sophie, souvenons-nous que l'article [Kowalevski 1875] sur Cauchy-Kovalevskaya est paru, justement, dans le journal de Crelle en 1875... mais que pratiquement tout le reste sera publié dans *Acta Mathematica* (à l'exception notable de l'article [Kowalevski 1885b] sur les anneaux de Saturne, qu'elle donne, à sa demande, à son ami l'astronome Hugo Gylden pour les *Astronomische Nachrichten*, pendant que lui-même publie aussi dans *Acta Mathematica*).

Voici quelques données précises sur les premiers numéros du journal. Les volumes 1 à 16 publient, de 1882 à 1892-93, des articles de cent trois mathématiciens. Il y a les habitués, notamment Poincaré, qui y publie dans cette période dix articles ou mémoires, souvent très volumineux (en particulier celui qui remporte le prix du roi Oscar II [Poincaré 1890], voir la correspondance [Nabonnand 1999]) et Cantor, dont sept articles⁽⁸⁾ paraissent dans le volume 2 et qui en publie deux autres, dans les volumes 4 et 7.

Le premier volume est déjà très équilibré, bien sûr scandinave (Gylden, Malmsten, Zeuthen), mais Mittag-Leffler a obtenu des articles allemands (de Fuchs, Netto, Reye⁽⁹⁾, Schering) et français (avec deux articles d'Appell, deux de Poincaré, deux de Bourguet, d'autres de Goursat, Hermite, Picard). Dès le troisième numéro, un article italien (de Beltrami).

Yngve Domar [1982] raconte que c'est au cours de son voyage de noces en 1882 que Mittag-Leffler a fait la tournée de ses amis



Les fractions p/q ne sont pas plus nombreuses que les couples de nombres entiers (p, q) ... qui sont exactement aussi nombreux que les nombres entiers, puisqu'on peut les numéroter, comme le montre la figure : l'ensemble des nombres rationnels est « dénombrable » et il en est de même de celui des nombres algébriques. C'est un des résultats de Cantor publiés dans les premiers numéros d'*Acta Mathematica*, comme sa première démonstration du fait que l'ensemble des nombres réels n'est pas dénombrable.

⁽⁸⁾Ces articles sont des traductions en français d'articles parus dans les années 70 dans le « Journal de Borchardt », c'est-à-dire de Crelle, le *Journal für die reine und angewandte Mathematik*.

⁽⁹⁾Qui écrit de *Strassburg i/E* [in Elsaß, en Alsace].

pour récupérer tous ces manuscrits. Nous avons déjà vu et nous reverrons Gösta à Paris au printemps 1882. Lui et son épouse passent par Berlin fin juillet, ils rendent visite à Weierstraß, qui raconte dans une lettre à Sophie, expédiée d'Innsbruck le 5 août [Bölling 1993, lettre 111] :

Mittag-Leffler et Madame étaient ici [à Berlin] la semaine dernière, de mercredi à dimanche soir ; je les ai beaucoup vus. La jeune femme a beaucoup plu ; on a beaucoup admiré sa toilette très simple mais remarquablement élégante. ML a fait un voyage très mathématique où il a vu — Straßburg, Heidelberg, Göttingen, Leipzig, Halle, Berlin — depuis Paris. Très intéressant pour lui — mais pour la jeune femme, ça je ne pourrais l'affirmer.

Dans la même lettre, il lui écrit aussi :

Je fais ces jours-ci un petit travail pour le nouveau journal suédois que j'ai promis à ML,

petit travail dont, quarante ans plus tard, Mittag-Leffler [1923, p. 189] dira :

Ce mémoire ne fut jamais écrit ou ne sortit jamais des mains de Weierstrass ; en tout cas il doit être perdu.



Tchebychev (1821–1894)

Sophie arrive dans le comité éditorial en 1884 et donne un des mémoires de sa thèse⁽¹⁰⁾ [Kowalevski 1884b], pour le volume 4 ; le volume 5, qui voit arriver deux courts articles du Néerlandais Stieltjes et trois de notre vieil ami Runge, publie aussi une traduction en français d'un mémoire de Weierstraß sur les fonctions elliptiques (après Fuchs, Cantor, Du Bois-Reymond, Runge et Sophie, Mittag-Leffler ou Sophie, ou les deux, ont finalement obtenu un article du maître en personne).

Notons au passage le tout premier article en anglais, bien isolé, qui est dû à Hill, arrive de Washington et paraît dans le volume 8, en 1886 (les États-Unis jouent un bien petit rôle dans la communauté mathématique). Peu d'anglais mais surtout peu d'Anglais dans ces premiers volumes : après l'Américain Hill, Thomson (il s'agit bien de Sir William Thomson, alias Lord Kelvin, qui donne un article pour le volume 11) qui est alors à Glasgow, enfin Sylvester, qui est à Oxford, publie dans le volume 14 un article sur l'aiguille de Buffon.

Après le premier article en anglais, le volume suivant (le volume 9) voit arriver en 1886 les premiers articles de Russie, avec

⁽¹⁰⁾ Elle publiera en tout cinq articles dans le journal. Outre [Kowalevski 1884b], ce seront l'article sur la réfraction [Kowalevski 1885a], les deux articles [Kowalevski 1889 ; 1890-91] sur le solide, enfin le court et posthume [Kowalevski 1891].

Tchebychev à travers un article déjà publié à Saint-Petersbourg et traduit du russe en français par Sophie elle-même et une lettre⁽¹¹⁾ qu'il lui a adressée, la publication de la traduction ayant renouvelé l'intérêt de Tchebychev pour le sujet. À la suite de Tchebychev, Markov, que nous avons déjà mentionné et dont nous reparlerons. Un autre Pétersbourgeois (mais polonais, lui), Ptaszky, publie dans le volume 11. Deux articles encore de Tchebychev pour notre période, cette fois originaux et traduits par I. Lyon, un élève de Darboux.

Acta Mathematica est dès lors l'un des journaux les plus internationaux que compte l'édition mathématique.

En plus des articles russes, certains de ceux de Poincaré, de Runge (sur le théorème de Mittag-Leffler, mentionné page 57), de Minkowski, de Hurwitz (une fonction de plusieurs variables qui n'a que des pôles est rationnelle), de Beltrami, entre autres, ont été demandés et relus par Sophie. Voir la correspondance [Nabonnand 1999], l'article [Koblitz 1984] et la lettre à Mittag-Leffler citée dans [Cooke 1984, p. 105] : la correspondance de Sophie avec Mittag-Leffler montre avec quel enthousiasme elle s'est consacrée à sa tâche d'éditrice.

L'article de Cantor qui paraît dans le numéro 7, *Über verschiedene Theoreme aus der Theorie des Punktmengen in einem n -fach ausgedehnten stetigen Raume G_n . Zweite Mittheilung*, est aussi passé par elle, comme en témoigne une lettre que Cantor lui écrit le 7 décembre 1884 en lui annonçant qu'il sera prêt dans les premiers mois de l'année qui vient « pour que vous le publiez dans votre revue » (*um Sie in Ihrer Zeitschrift zu publizieren*)⁽¹²⁾.

Les milieux biréfringents

Il s'agit d'un problème sans doute proposé à Sophie par Weierstraß lorsqu'elle a voulu se remettre aux mathématiques en 1880 après sa mauvaise période russe. Il s'agit aussi de la propagation de la lumière dans un milieu cristallin et en particulier de la double réfraction. Le problème a été modélisé par Lamé, il y a un système d'équations aux dérivées partielles

Acta Mathematica est toujours un des meilleurs journaux dont nous, mathématiciens, disposons. Je l'ai déjà signalé, c'est aussi un très beau journal, comme objet, par sa typographie et par sa mise en page, en particulier par ses larges marges.

Le beau et précieux mot français « biréfringent » vient ici du titre de l'article de Volterra... et d'un temps où l'on utilisait plus de cinquante mots de vocabulaire dans les articles de mathématiques, même quand on ne les écrivait pas dans sa langue maternelle.

⁽¹¹⁾ Beaucoup des articles courts publiés par le journal sont des lettres reçues par Mittag-Leffler (et, ici, par Sophie).

⁽¹²⁾ Lettre reproduite dans [Dauben 1990, p.310]. Voir aussi ce livre pour les relations entre Cantor et *Acta Mathematica*.

que l'on peut écrire

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \operatorname{rot} a \wedge \operatorname{rot} u = 0 \text{ et } \operatorname{div} u = 0,$$

un système proche des équations de Maxwell. Lamé en a trouvé une solution, Weierstraß, qui a l'idée d'une méthode pour résoudre une équation aux dérivées partielles de ce type, pense que la solution de Lamé n'est pas la plus générale possible et il propose à Sophie de résoudre l'équation.

La question de la double réfraction est une question de Weierstraß. Le solide est vraiment « son » problème.

Ce qu'elle fait. Se laissant distraire par la question du solide, pour laquelle elle commence à avoir des idées, comme elle l'écrit à Mittag-Leffler le 21 novembre 1881, nous l'avons vu page 117. C'est dans cette lettre qu'elle explique qu'elle doit terminer le travail entamé, celui sur la double réfraction, avant de prétendre à un poste de *Privatdozent* (voir page 126).

Et puis, elle écrit une note aux Comptes rendus [1884a] transmise par Hermite et un article, un article dont la première partie est consacrée à la méthode de Weierstraß (et est reproduite dans les Œuvres complètes du maître, voir ci-dessous). Comme je l'ai dit, cet article a été lu et relu (voir page 54), puis, en 1885, il a été publié. Fin du premier épisode.



Vito Volterra (1860–1940)

Le deuxième épisode est posthume. Peu de temps après la mort de Sophie, Mittag-Leffler reçoit une lettre du jeune Vito Volterra, qui a remarqué que les formules de Sophie, pas plus d'ailleurs que celles de Lamé, ne donnent des solutions de l'équation en question et aussi que les « solutions » de Sophie ne sont pas plus générales que celles de Lamé. Il a trouvé où ses deux prédécesseurs s'étaient trompés, une dérivation sous le signe $\int$, ce que l'on a toujours l'envie, souvent, mais pas toujours, le droit de faire. Gösta signale déjà l'erreur dans la nécrologie de Sophie [Mittag-Leffler 1892-93] :

Vers la fin de juin [1883], remise enfin de sa maladie [consécutive au suicide de Vladimir], elle alla rejoindre à Berlin son fidèle ami et professeur, Weierstrass. Elle reprit avec ardeur ses travaux de mathématiques et termina les recherches qu'elle a publiées sous le titre : *Über die Brechung des Lichtes in cristallinen Mitteln*, ce journal, tome 6. Dans le présent tome de cette publication, M. Vito Volterra a repris cette même question : il a montré que les fonctions données par Sophie Kovalevsky comme intégrales générales des équations différentielles de Lamé, ne satisfont pas à ces équations, et il a donné des raisons de ce fait.

Et, comme nous le voyons, il publie l'article de Volterra dans « son » journal.

Retour au premier épisode. Hermite avait transmis l'annonce du résultat à l'Académie des sciences, Weierstraß n'avait pas eu le temps de lire l'article en détail, Runge l'avait lu et relu, aidant Sophie à corriger son allemand, et le journal l'avait accepté — peut-être après l'avis d'un expert. Il me semble aussi irresponsable de dire que cet article est faux, celui-là, parce que, celui-là, Weierstraß ne l'a pas lu avec assez de soin, avec tout ce que cela sous-entend à propos des autres articles de Sophie, que de minimiser la responsabilité de cette dernière en rejetant la faute sur l'emploi du temps de Weierstraß.

Lorsqu'elle a écrit cet article, Sophie était une mathématicienne adulte, indépendante et autonome. Elle a commis une erreur, ce sont des choses qui arrivent aux meilleurs mathématiciens, c'est arrivé par exemple à Cauchy et à Poincaré, en particulier dans le mémoire [Poincaré 1890] qui remporta le prix du roi Oscar II, pour ne citer que ceux dont il est question dans ce livre. Laissons-lui la responsabilité de ce qu'elle a fait, des triomphes et aussi des erreurs.

Et laissons au journal la responsabilité de la publication de cet article, ce sont aussi des choses qui arrivent aux meilleurs journaux et qui n'ont rien de désastreux. En nous limitant à des articles liés au sujet de ce livre, mentionnons celui de Roger Liouville [1897] publié dans le volume 20 d'*Acta Mathematica* sous le titre *Sur le mouvement d'un corps pesant suspendu par un de ses points* dont il a été question ici page 106 et dans lequel toute une foule de cas intégrables du problème du solide sont déterminés, en contradiction avec les résultats explicités ici au chapitre V... encore un article faux publié par cet excellent journal.

La publication de l'article de Sophie était même plutôt une bonne opération pour le journal. Une bonne partie de l'article (ses pages 254 à 279) sont en effet une rédaction de notes dues à Weierstraß, des recherches des années 1860 sur les équations aux dérivées partielles linéaires à coefficients constants, citées comme telles (et même entre guillemets) par Sophie. La publication de ces notes dans *Acta mathematica* fut jugée si peu désastreuse qu'elles figurent telles quelles dans le premier volume des Œuvres complètes de Weierstraß... quelques pages après l'article [Weierstraß 1861] déjà mentionné ici page 46, avec l'indication (page 296 du volume) que ces notes (je traduis)



Gabriel Lamé (1795–1870)

« Fais de mes notes ce que tu trouveras bon », avait écrit Weierstraß à Sophie (lettre du 17 octobre 1884, [Bölling 1993, p. 322]).

ont été publiées, avec la permission de l'auteur, par Frau v. Kovalevsky à l'occasion de ses recherches *Über die Brechung der Lichtes in cristallinischen Mitteln*.

Il est inutile de recopier ici le texte de Gårding sur le solide, j'ai déjà été assez longue (et j'espère claire) sur cette question. Juste pour rire. À cause d'une délicieuse faute de frappe, la dernière phrase (qui est donc la dernière phrase consacrée à Sophie de tout le livre [Gårding 1998]), traduite en français, est :

« Dans la terminologie actuelle, ceci veut dire que la plupart des mouvements d'un garçon rigide (*rigid boy*, au lieu de *rigid body*, solide) autour d'un point fixe sont chaotiques. »

À quand un livre sur *La faute de frappe et ses rapports avec l'inconscient* ?

Il est amusant de constater qu'un rédacteur en chef récent d'*Acta mathematica*, Lars Gårding, a, quelques années après avoir exprimé son mécontentement de la publication de cet article dans ce journal, publication que l'un de ses collègues, Lars Hörmander, avait même qualifiée de « désastre » (voir ici page 240), écrit un texte sur les travaux mathématiques de Sophie dans lequel il a amplifié et gonflé ce désastre en exagérant la part dans l'œuvre de Sophie. Il s'agit du chapitre consacré aux travaux de Mittag-Leffler et de Kovalevskaya dans un livre sur les mathématiques en Suède avant 1950, [Gårding 1998, Chap. 8], où, après huit pages et demie sur Gösta, on en trouve deux sur Sophie. Celles-ci commencent par le texte sur Cauchy-Kovalevskaya que j'ai déjà cité page 83 (trente-deux lignes), se concluent par un paragraphe sur le solide (vingt-huit lignes). Entre les deux, quarante-deux lignes sont consacrées à la double réfraction (l'article faux). À mettre à la décharge de son auteur : c'est la partie du travail de Sophie dont il est un incontestable spécialiste.

CHAPITRE VIII

UNE LETTRE À VOLLMAR

La lettre qui fait l'objet de ce chapitre est très différente de celle du chapitre VI. Sophie l'a envoyée à Georg von Vollmar le 12 juin 1882.

Pourquoi consacrer un chapitre à cette lettre ?

On pourra s'étonner de lire ici une lettre datant de 1882. Rien de bien surprenant pourtant, et pas seulement parce que ce livre n'est pas organisé chronologiquement. Sophie y évoque sa vie à Paris — dont il va être longuement question — et le projet du poste à Stockholm — dont je viens de parler.

Il m'a semblé intéressant de publier cette lettre dans son intégralité. D'abord parce qu'elle contient des éléments sur la réputation qu'avait Sophie, le jugement que la société pouvait porter sur son style de vie par exemple, ensuite parce qu'elle donne une opinion sur Mittag-Leffler en dehors du « milieu », à quelqu'un qui ne la lui répétera jamais, aussi parce qu'elle met en scène des personnages dont j'ai peu parlé ailleurs dans ce livre et qui ont joué un rôle important dans la vie de Sophie, enfin parce qu'elle y dit des choses qu'elle ne dit peut-être pas dans sa correspondance avec des mathématiciens, le fait qu'elle soit nihiliste ou pas loin de l'être, par exemple. Elle n'y parle pas sur le même ton, elle fait preuve d'humour, elle plaisante, elle s'y exprime plus librement et peut-être plus amicalement ; on sent ici une « camaraderie » qui n'était sans doute pas de mise avec Hermite ou même avec Gösta.

Deux des mondes de Sophie. Dans la vie parisienne de Sophie, il y a le monde « académique », c'est d'ailleurs le cas

Il ne semble pas que Sophie ait décrit pour son maître bien-aimé, comme elle l'a fait pour Vollmar, ses sentiments par rapport à la société bourgeoise parisienne, Madame Hermite et ses semblables — même si, dans une lettre de la même époque (le 11 avril 1882, [Bölling 1993, lettre 104]), Weierstraß s'est décrit comme son confesseur (*Beichtvater*). Il est attentif aux effets négatifs de son style de vie, lui conseillant par exemple de se faire enregistrer sous le nom de *Frau von Kowalevski* quand elle va à l'hôtel [Bölling 1993, lettre 152].

de le dire, celui d'Hermite et de Bertrand, celui de la Société Mathématique de France. Il y a aussi le monde « socialiste » (c'est un raccourci). Deux mondes très différents. Deux mondes disjoints... sauf que, elle, Sophie, appartient aux deux.

Presque tout ce que nous avons vu et verrons dans ce livre est lié à la vie professionnelle de Sophie. Ses relations avec les mathématiciens parisiens seront détaillées au chapitre IX. Voici un document qui témoigne de son autre vie — et d'ailleurs, *via* Madame Hermite, de la convergence de ces vies. Par exemple, en regardant attentivement les dates, celles de ce chapitre, celles du suivant, on s'aperçoit que Sophie a fait la connaissance de Maria Jankowska, chez qui elle habitera, plus tard, à Paris, renonçant aux hôtels garnis dont elle va nous parler dans cette lettre, à peu près en même temps (sans doute la même semaine) que celle d'Hermite et de ses collègues. Riche printemps pour Sophie.

D'où vient le texte ?

La lettre appartient à l'*Internationaal Instituut voor Sociale Geschiednis* d'Amsterdam et m'a été très gentiment communiquée par sa responsable de l'information sur les archives, Mieke IJzermans. Un extrait en a déjà été publié dans un livre sur Vollmar [Kampffmeyer 1930], elle a été en partie traduite en russe dans [Shtraikh 1951, lettre 42], un extrait figure aussi dans le livre de Cordula Tollmien [1995] (c'est elle qui m'a indiqué où trouver le texte complet). C'est Norbert Schappacher qui a décrypté pour moi les parties nouvelles de cette lettre (elle est écrite en allemand gothique) et m'a aidée à la traduire. J'ai déjà parlé de l'allemand de Sophie ici ou là dans ce livre. Cordula Tollmien avait attiré mon attention sur les nombreuses incorrections qui figurent dans ce texte et Norbert Schappacher me les a détaillées, des prépositions mal utilisées comme dans *nach die Schweiz zu gehen*, qui devrait être *in die Schweiz zu gehen* ou dans *Antipathie zum Briefschreiben* qui devrait être *Antipathie gegen Briefschreiben*, des tournures bizarres et pas très idiomatiques comme le *nichts wird geschadet* que j'ai traduit par « sans dommage », les mots ne sont pas toujours exactement dans l'ordre où les aurait écrits un Allemand, d'autre part, Sophie n'était sans doute pas femme à se laisser arrêter par la pauvreté de son vocabulaire, alors elle inventait les mots dont elle avait besoin comme dans *Sie verhandeln [...] mit Ihrem armen Fuß* (vous négociez avec votre pauvre pied), mais

on ne négocie pas avec son pied, alors j'ai traduit par « vous traitez », il y a des fautes d'orthographe, des qui ne s'entendent pas, comme celles qu'elle fait en français, des erreurs de déclinaison des adjectifs, et j'en passe, mais mon propre allemand est bien trop pauvre pour que j'essaie seulement de restituer ces erreurs en français...

Ce qui n'empêche pas, et mon expert germaniste Norbert Schappacher me l'a confirmé, que la lettre est alerte et très belle. À vrai dire, si Sophie l'avait écrite en utilisant l'alphabet latin, je l'aurais sans doute trouvée plus facile à lire que bien des textes écrits par d'authentiques germanophones.

Les amis de Sophie à Paris

Georg von Vollmar. L'ami auquel Sophie s'adresse dans cette lettre est le social-démocrate allemand Georg von Vollmar (1850–1922). Il a été blessé pendant la guerre franco-prussienne de 1870, c'est de là que viennent à la fois l'invalidité de son pied (il en est question au début de la lettre) et ses opinions socialistes. Il a édité des journaux, le *Dresdner Volksbote*, puis *Der Sozialdemokrat* à Zürich, un journal interdit en 1880 parce que trop révolutionnaire. Élu au Reichstag de 1881 à 1887 et de 1890 à 1918, il est assez vite devenu plus que modéré dans ses opinions socialistes, c'était un « réformiste » et un « opportuniste » et en tant que tel il a été combattu par la gauche socialiste, Engels, Bebel, Rosa Luxemburg, notamment, et je ne m'étends pas sur son adhésion à l'« Union sacrée », c'est-à-dire son soutien à la guerre en 1914. Les trotskistes lui reprochent, encore aujourd'hui, d'avoir été le véritable inventeur du concept réputé stalinien du « socialisme dans un seul pays ».

Toujours est-il qu'en 1882, lorsque Sophie lui écrit cette lettre, il est député au Reichstag mais encore assez révolutionnaire, il a des contacts avec les milieux socialistes ici ou là et il a même besoin de son immunité parlementaire pour ne pas se retrouver en prison en Allemagne. Et c'est un grand ami de Sophie, laquelle a semble-t-il envisagé un moment, et d'ailleurs très peu de temps avant l'époque où elle a écrit cette lettre, l'idée de tomber amoureuse de lui (voir [Koblitz 1993, p. 155]). C'est une élève suédoise de Sophie, Julia Kjellberg (que nous avons déjà rencontrée page 60), que Vollmar épousera. On remarquera d'ailleurs que, bien qu'amicale et fraternelle, dans cette lettre, Sophie le vouvoie.

À Paris, ils ont des amis communs, dans les milieux révolutionnaires en particulier russes et polonais, par exemple Lavrov, puis Maria Jankowska, dont j'imagine que ce sont eux qui sont désignés par des initiales dans la lettre de Sophie. Elle était prudente et avait de bonnes raisons pour ça, une des personnes qu'elle et ses amis fréquentaient s'était révélée être un espion, ce qui avait semé l'anxiété dans leur petit milieu [Koblitz 1993, p. 160], et ce n'est sans doute pas par hasard que les seuls personnages dont le nom apparaît en entier dans cette lettre sont Mittag-Leffler et Madame Hermite, qui, eux, ne risquaient certainement rien !

Sophie et Vollmar resteront très liés, toute leur vie, jusqu'à la fin de sa vie à elle, comme nous l'avons vu, comme nous le verrons encore, elle lui a rendu visite juste avant sa mort.

Piotr Lavrov. Piotr Lavrov est une des têtes de file de la communauté émigrée russo-polonaise à Paris dans les années 1880, c'est un révolutionnaire de tendance « populiste », à la fois un ancien collègue du général Korvin-Kroukovski, un ancien professeur de mathématiques et un homme que Vladimir avait fréquenté dans les années 1860. Autant dire qu'il connaît Sophie depuis toujours. Son activité révolutionnaire lui a valu d'être exilé en 1868 dans l'Oural, d'où il s'est évadé, après quoi il a vécu à l'étranger et surtout à Paris.

C'est peut-être chez Lavrov que Sophie a rencontré Maxime Kowalevski, c'est chez lui ou chez Aniouta et Victor Jaclard qu'elle a fait la connaissance de Vollmar, et c'est chez lui qu'elle a fait celle de Maria Jankowska... et c'est sans doute ce qu'elle raconte à Vollmar dans notre lettre.

D'après [Björk 2002, p. 45], c'est chez Aniouta que Sophie a fait la connaissance de Vollmar, en mars de cette année 1882.

Maria Jankowska-Mendelson. Lorsque Sophie l'a rencontrée, cette révolutionnaire polonaise sortait d'une prison tsariste à Poznań. Issue d'un milieu très fortuné, elle est réputée s'être présentée à l'Internationale en proposant d'aider les travailleurs, ah oui, comme ça, en soie et en dentelles, lui aurait-il été répondu — mais elle fut acceptée. Dès qu'elles se sont connues, Sophie et elle sont devenues amies, Maria a utilisé le passeport de Sophie pour ses voyages clandestins en Pologne, elle a accueilli Sophie chez elle, c'est elle qui en a pris soin juste après le suicide de Vladimir, elle a prêté son appartement à Aniouta lors de la phase finale de la maladie dont elle devait mourir. Elle et son second mari Stanislaw Mendelson seront membres du parti polonais du Prolétariat, avant de virer, eux aussi, à droite.

La lettre

12.6.82

Mon cher ami !

Comme il m'est pénible d'apprendre que votre santé n'est toujours pas satisfaisante ! Mais vous traitez votre pied avec si peu d'égards et il est si sensible que lui-même vous le rappelle quand vous oubliez qu'il est invalide. Encore une chance que la Session se termine bientôt et que, espérons-le, vous serez à nouveau à Ragaz, contraint de renoncer à toute votre activité pour restaurer vos forces. Que mon ami n'aille pas aussi bien que je pourrais le souhaiter, je l'ai appris avant même de recevoir votre lettre. Et savez-vous comment ? Par Pani J. la voyageuse, que j'ai rencontrée hier chez L. Quelle femme aimable que celle-ci ! Elle m'a beaucoup plu, même si nous n'avons pu malheureusement nous réjouir de sa compagnie que très peu de temps, puisqu'elle devait se rendre le même soir à une réunion de la nouvelle société pol. [polonaise ? ou politique ?] Lud Polski.

[page 2]

Mais elle m'a promis de me rendre visite bientôt, et je me réjouirai de faire plus ample connaissance avec elle. Malheureusement pour moi, elle ne reste plus très longtemps à Paris et elle a l'intention de se rendre ensuite en Suisse.

Mittag-Leffler a quitté Paris hier. Nous avons beaucoup parlé de Stockholm et de mon futur poste. Lui-même n'est pas seulement un savant important et talentueux, mais il est aussi un homme très sympathique et très bien éduqué dans tous les domaines, et si je pouvais juger tous les Suédois d'après lui, je penserais que je serai vraiment très heureuse à Stockholm. Tout ce qu'il m'a raconté sur les affaires stockholmoises a augmenté mon désir d'être recrutée. De mon côté, je lui ai parlé très franchement et j'ai attiré son attention sur les particularités de ma situation personnelle, qui pourraient rendre ma position dans une société assez bourgeoise désagréable. Par exemple, je suis russe et déjà comme telle je suis soupçonnée de nihilisme (ce qui dans mon cas n'est pas loin de la vérité), deuxièmement, je ne vis pas avec mon mari, et ceci, une femme séparée de son mari,

Il n'est pas évident que la date soit de la main de Sophie. Mais elle est certainement exacte, les rencontres avec « Pani J. » et Mittag-Leffler datent bien de ce moment-là.

Je suppose que « L. » est Lavrov et que « Pani J. » désigne Madame (Pani) Jankowska (la lettre manuscrite ressemble beaucoup aux « J » que fait Sophie quand elle écrit en français, mais pourrait aussi bien être un « I », ce qui infirmerait cette supposition).

Lud Polski, le peuple polonais, était le nom d'une association socio-politique polonaise qui avait rendu son programme public en 1881.

Plus tard...

En 1988. Le 19 juin, Madame Kowalevski, Professeur à l'université de Stockholm... et surtout veuve, est invitée à dîner chez les Hermite avec les Picard. M^{me} Picard était la fille (Marie) d'Hermite.

Toujours en 1988. Le 25 décembre, Madame Kowalevski, Professeur à l'université de Stockholm, couronnée la veille par le Prix Bordin de l'Académie des sciences... et toujours veuve, est reçue chez les Hermite avec les Bertrand [Kochina 1985, p. 169].

M^{me} Hermite était la sœur (Louise) de Joseph Bertrand.

C'est un bon endroit pour remarquer que le rôle social des femmes dans la collectivité mathématique n'est pas limité à leur rôle scientifique.

C'est sans doute à cause de ce passage que l'extrait de cette lettre publié dans [Shtraikh 1951] est présenté comme datant de 1883.

[page 3]

quelle qu'en soit la raison, est une chose dangereuse et suspecte aux yeux de toute bonne matrone bien-pensante. Et les femmes éduquées sont jugées encore plus durement que les autres.

([une parenthèse pas refermée ici] Que je n'exagère pas sur ces questions, je le vois parfaitement dans le comportement des mathématiciens locaux dont j'ai fait la connaissance récemment. Ils me rendent volontiers visite et me couvrent de bontés et de compliments, mais aucun d'eux ne m'a présenté à sa femme et, lorsque je l'ai fait remarquer en plaisantant à une des femmes de ce cercle que je connais, elle a ri et m'a répondu « M^{me} Hermite (la femme du mathématicien principal ici) ne recevra jamais dans son *salon** une jeune femme qui vit seule dans un *hôtel garni**, sans son mari ».

Vous pouvez imaginer que ces absurdités me dérangent peu à Paris. À Stockholm, ce pourrait être complètement différent. J'ai aussi dit tout ça à Mittag-Leffler. Il pense qu'à Stockholm je serai considérée différemment. Mais il me reste toujours une crainte : lui-même est un grand idéaliste et a tant d'amitié pour moi qu'il trouve tout ce que je fais bien et ne peut pas concevoir que d'autres puissent me juger différemment.

[page 4]

En tout cas, après avoir beaucoup réfléchi, j'ai pris la décision suivante et ML a aussi fini par admettre que c'est le plus pratique et le plus raisonnable. Comme pour l'instant, à Stockholm, en dehors des autorités universitaires concernées, personne encore ne sait rien de nos plans, j'irai début novembre à Stockholm sous prétexte de rendre visite à ML. Je ferai une communication à la société mathématique là-bas et une conférence au séminaire de math. Si c'est réussi et si je me plais à Stockholm, je pourrai commencer à enseigner à partir du nouvel an. Sinon, je rentrerai simplement et tout sera comme avant, sans dommage.

Où je serai jusqu'en novembre, je ne le sais pas encore moi-même. Pour le moment de toute façon à Paris. À Berlin, je n'ai pas besoin d'y aller, puisque je dois finir mon travail en automne pour le faire paraître dans un journal suédois. Et j'avoue sincèrement que je me réjouis beaucoup de ne pas devoir aller à Berlin car je trouverais très triste d'arriver là-bas alors que mon ami ne peut plus y rester. Je dois travailler

[page 5]

beaucoup maintenant et pour le moment, ça me va aussi bien de travailler ici qu'ailleurs.

Il est remarquable que mon frère ne vienne toujours pas. Après qu'il m'a écrit une lettre très affectueuse et, tout bien considéré, très raisonnable dans laquelle il m'annonçait son arrivée prochaine, il ne m'a plus donné signe de vie. Je lui ai déjà écrit deux fois — en vain. Je m'inquiète beaucoup pour lui et le ferais encore plus si je ne connaissais son antipathie innée pour l'écriture des lettres.

Je voudrais vraiment savoir ce que vos adversaires écrivent sur vous et je regrette beaucoup que le numéro correspondant de la *Norddeutsche Zeitung* soit si difficile à trouver ici. Partagez un peu avec moi ce qui sera vraiment écrit. Ou mon ami est déjà devenu si vain qu'il ne souhaite partager que les chants de louange ? (Je n'ai vraiment pas pu vous épargner cette petite méchanceté ; je vous prie quand même de m'en excuser.) Je ne comprends pas non plus de quelle façon l'honneur d'un conflit personnel avec le « tout puissant » peut vous

[page 6]

menacer ? Prenez garde à ne pas tomber entre ses mains au moment où votre immunité parlementaire cessera de vous protéger.

Et maintenant, adieu mon ami.

Avec mes vœux les meilleurs et les plus cordiaux pour votre prompt et complet rétablissement.

Votre amie sincère

S. K.

Je ne vois pas bien qui cette expression peut désigner sinon Bismarck lui-même. La *Norddeutsche Zeitung* était un journal semi-officiel.

CHAPITRE IX

LE PRIX BORDIN ET LA RÉPUTATION DE SOPHIE

Dis ce que tu sais, fais ce que dois, advienne que pourra.

Au pied de la première page de l'article [Kowalevski 1889] de Sophie Kowalevski sur le solide, on trouve une note qui indique que ce travail a obtenu le Prix Bordin de l'Académie des sciences, porté de 3 000 à 5 000 francs.

Il est bien établi, par des lettres de Hermite à Sophie et à Gösta Mittag-Leffler, dès juin 1886 (citées dans [Cooke 1984] par exemple), que la question posée en 1886 pour le prix Bordin de 1888, pour mémoire

Perfectionner en un point important la théorie du mouvement d'un corps solide

a été taillée sur mesure pour reconnaître publiquement la valeur d'un travail dont la communauté mathématique française n'ignorait rien. C'était une pratique courante ; une autre histoire célèbre est celle, à peine trois ans plus tard, du sujet du Grand Prix des sciences mathématiques (un autre prix de l'Académie des sciences)

Détermination du nombre de nombres premiers inférieurs à une quantité donnée

annoncé fin 1890 à l'initiative d'Hermite parce que Stieltjes avait espéré savoir démontrer l'hypothèse de Riemann (s'étant aperçu de son erreur, Stieltjes ne concourut pas et c'est Hadamard qui reçut le prix, voir [Maz'ya & Shaposhnikova 2005, p. 451]).

Et il est tout aussi bien établi que c'est bien parce que le travail était exceptionnel que le prix avait été augmenté. Hermite écrit à Gösta le 10 décembre [Dugac 1985, p. 152] :

En vous annonçant que le mémoire de Madame Kowalevski serait couronné par l'Académie, je vous avais demandé

Il est vrai que Sophie avait besoin d'argent. La somme offerte pour le Prix n'était pas négligeable : le salaire annuel d'un professeur de lycée était de l'ordre de 4 000 F. Un professeur d'université parisien pouvait gagner beaucoup plus, surtout s'il cumulait son poste de professeur à la Sorbonne avec un autre de maître de conférences à l'École normale supérieure et encore un de professeur à l'École polytechnique, comme le faisait Hermite, par exemple (ces renseignements m'ont été fournis par Catherine Goldstein).

La première femme à être élue dans une académie suédoise sera l'écrivaine Selma Lagerlöf, en 1914, cinq ans après son prix Nobel de littérature.

de garder ma communication pour vous seul, mais aujourd'hui j'ai reçu de Mr Bertrand 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, sur sa proposition, a augmenté la valeur du prix au moyen des fonds dont elle dispose, et l'a porté à 5 000 F.

Un travail exceptionnel, une gloire internationale... il n'est pourtant pas contestable qu'aujourd'hui Sophie a mauvaise réputation — en tout cas, qu'elle n'a pas la réputation scientifique qu'elle devrait avoir. Comme je l'ai déjà écrit ailleurs [2005], oui, c'était le XIX^e siècle, et Sophie était une mathématicienne aux prises avec son siècle, avec les maux de son siècle, misogynie et pneumonie notamment, et encore aux prises avec les nôtres (de siècles) où, si l'on meurt moins de pneumonie, sa brillante personnalité est plutôt méconnue, dans le monde même qui devrait être capable de mesurer la qualité de son apport à la science.

Nous avons déjà vu par exemple au chapitre IV la façon dont un de nos contemporains rend compte de son travail. Nous verrons au chapitre X que sa vie privée et ses résultats ont été l'objet d'insinuations qui sont peut-être à la source de cette mauvaise réputation. Pourtant, celle-ci est plutôt récente : malgré ses opinions politiques et la vie libre qu'elle menait, Sophie était une scientifique renommée et appréciée de ses collègues.

Les hommes de son temps. Sophie a été victime de la misogynie institutionnelle de son temps. On le sait. Il ne lui était pas même possible d'*assister* aux cours de Weierstraß à l'université de Berlin, alors être nommée professeur... Gösta Mittag-Leffler [1923] a expliqué, et nous l'avons rapporté page 127, que, si elle a pu obtenir le poste à Stockholm si facilement (une facilité relative), ce n'est pas parce que les Suédois étaient plus avancés que les Russes, les Allemands ou les Français, mais parce que l'université de Stockholm était une université nouvelle (nous avons aussi mentionné les qualités politiques de Gösta lui-même). Le secrétaire de l'Académie des sciences suédoise, le Professeur Lindhagen, confirmait implicitement cette opinion de Gösta en déclarant⁽¹⁾, en 1886,

Si l'Académie commence à élire des femmes parmi ses membres, auquel des êtres de la création s'arrêtera-t-elle ?

⁽¹⁾Rapporté le 14 janvier 1950 par le journal *Stockholms Tidningen*, cité dans [Kochina 1985, p. 148].

Mittag-Leffler ajoute, peut-être en référence à ce type de réaction :

Les véritables difficultés vinrent après. Les manifestations de cette hostilité sont encore trop récentes pour que je puisse soumettre à tout le monde la correspondance afférente qui un jour dévoilera un grand nombre d'intérieurs curieux des républiques savantes non seulement de Stockholm et d'Uppsala mais encore de Berlin, de St. Pétersbourg et d'autres centres de culture internationale.

Je ne sais pas précisément à quoi il faisait allusion dans ce passage⁽²⁾. Les opposants à Sophie ont été assez nombreux à s'exprimer ouvertement, on cite souvent par exemple le cas du dramaturge August Strindberg, que nous avons vu et verrons encore donner son opinion.

Pourtant, en ce temps-là, Sophie était soutenue par la plupart de ses collègues. L'historienne russe et les deux historiens américains que j'ai déjà longuement et souvent cités, Pelageya Kochina [1985], Roger Cooke [1984 ; 1987] comme Ann Hibner Koblitz [1987b ; 1987a], affirment que Sophie était membre à part entière de la communauté mathématique occidentale.

La vie parisienne

Nous savons que Sophie et Weierstraß s'écrivaient beaucoup, c'était le cas aussi avec Hermite, par exemple. Il reste quinze lettres d'Hermite à Sophie, mais pas plus de lettre de Sophie à Hermite que de lettre de Sophie à Weierstraß, toutes ont brûlé ? Ils ont fait connaissance en 1882, grâce encore une fois à Mittag-Leffler. Nous savons déjà, par la lettre à Vollmar (voir le chapitre VIII), que Sophie a vu Gösta à Paris au printemps 1882, il s'est étonné qu'elle n'ait pas rencontré les mathématiciens français, en particulier Hermite. Peut-être était-elle timide. Peut-être anticipait-elle des commentaires sur son style de vie, à la Madame Hermite (voir page 154).

Hermite et peut-être elle-même ont mentionné cette rencontre dans leurs lettres à Weierstraß. Weierstraß écrit en effet à Sophie, le 14 juin 1882 [Bölling 1993, lettre 106] :

⁽²⁾Si l'article en question (c'est-à-dire [Mittag-Leffler 1923]) date de 1923, il était vraisemblablement écrit dès 1900 (nous en avons mentionné la version [Mittag-Leffler 1900] dans la note 2 du chapitre III).



Charles Hermite (1822–1901)

Dans la lettre que nous avons lue au chapitre VIII, Sophie qualifie Hermite, avec humour, de « mathématicien principal » (*Hauptmathematiker*, dit-elle, comme on dit *Hauptbahnhof*), Hélène Gispert [1991] le dit « mathématicien-phare », alors que son beau-frère Bertrand est « le patron ».

Que tu aies fait la connaissance d'Hermite, je le savais déjà par lui-même. Il m'a écrit à ce sujet avec beaucoup d'enthousiasme et m'a rapporté toutes les questions que vous avez abordées lors de ce premier entretien.

Les mathématiciens français l'ont très bien accueillie. On lui rend visite, on discute de mathématiques avec elle, même si on ne l'invite pas dans son salon (voir page 154). En juillet, elle est élue membre de la Société Mathématique de France.

La société mathématique de France, *cum commento*.

Lors de la séance du 7 juillet 1882, MM. Stephanos et Picquet présentent « M^{me} Sophie de Kovalewski », qui est élue membre à la séance suivante, le 21 juillet [Bsmf 1882-83]. La SMF a été fondée en 1872. En janvier 1883, elle compte environ deux cents membres, et Sophie apparaît, première femme dans la courte histoire de cette association, dans la liste de ces membres [Bsmf 1883-84], comme

Kovalewsky (M^{me} de), rue des Feuillantines, 9, à Paris.

La deuxième femme élue à la SMF sera Nanny Lagerborg, lors de la séance du 5 février 1890 [Bsmf 1890]. Les premières Françaises n'arriveront dans cette société qu'en 1909. Quant à Nanny Lagerborg que, dans son ouvrage, Hélène Gispert [1991, p. 150] laisse dans l'anonymat d'une note infra-paginale comme une « Finlandaise sans profession », elle n'est pas sans rapport avec notre histoire et fait donc l'objet de cette nouvelle digression. Ebba Louise Lagerborg, une jeune Finlandaise en effet, qui se faisait appeler Nanny Lagerborg, est née à Cannes en 1866. Sa mère est morte en la mettant au monde, son père l'a encouragée à faire des études. Elle a donc passé une année à Genève où elle a appris le français et où elle a commencé à s'intéresser aux mathématiques et à l'alpinisme. Elle y a suivi, à l'université, des cours de mathématiques dont elle était la seule auditrice (femme) et des cours de physique que suivaient aussi d'autres femmes, principalement des nihilistes russes étudiantes en médecine, a-t-elle dit plus tard, mais ce n'est pas une surprise pour les lecteurs de ce livre. Elle est étudiante à l'université de Stockholm de 1886 à 1889, puis vient à Paris où elle devient donc membre de la SMF, et obtient, le 30 octobre 1890, une licence à la Sorbonne (quatre ans avant Marie Curie), un fait dûment annoncé par la presse finlandaise quelques jours plus tard. La même année, le *Bulletin de la Société mathématique de France* publie son article [Lagerborg 1890], une remarque sur un cas particulier de solide avec un point fixe. Le jour de

son élection, elle fait une communication dont le contenu est sans doute celui de cet article mais qui ne porte pas tout à fait le même titre puisqu'elle s'intitule « Sur un nouveau cas d'intégration du mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe ». De qui cette deuxième femme à la SMF a-t-elle bien pu être l'étudiante à Stockholm ? Yngve Domar [1978, p. 16] écrit avec une délicate condescendance :

On peut noter un court essai de Nanny Lagerborg sur le mouvement d'un solide avec un point fixe, évoquant l'image d'une jeune fille suivant de très près les traces de Sonja Kovalevski.

Et après ? Eh bien Nanny Lagerborg s'est mariée avec un baron Cedercreutz, elle a changé de nom, elle a aussi changé de métier puisqu'elle s'est transformée en maîtresse de maison, elle est pourtant restée membre de la SMF au moins jusqu'en 1920 ; à partir de 1893, elle apparaît dans la liste des membres sous le nom de

Cedercreutz (baronne Nanny, née de Lagerborg).

Elle a quand même écrit des petits romans, bien oubliés aujourd'hui. Elle est morte en 1950. Ces renseignements m'ont été fournis par Agneta Rahikainen, voir son article [Rahikainen 1994] pour plus de détails. Fin de la digression.

Lettres d'Hermite. Mais revenons à la réputation de Sophie. Catherine Goldstein m'en a confirmé l'excellence. Je cite son message et ajoute les références précises par lesquelles elle l'a complété. Le contexte ici est celui où Mittag-Leffler essaie de faire élire Sophie à l'Académie des sciences suédoise en 1886 — la principale opposition viendra de Kronecker qui, fâché contre Weierstraß, envoya à cette Académie une lettre que personne ne lui avait demandée et dans laquelle il attaquait à la fois Mittag-Leffler, *Acta Mathematica*, l'analyse de Weierstraß et, bien sûr Sophie. Et elle qui avait décrit à Gösta, dans une lettre pleine d'humour, à quel point elle aimerait vêtir la si jolie robe des académiciens... Voici donc le début de ce que m'a écrit Catherine Goldstein [2006] :

Aucun doute là-dessus. Hermite sollicité par Mittag-Leffler répond positivement, mais avec quelque hésitation, principalement faute d'une connaissance approfondie des articles, mais il consulte sa « bande » (Poincaré, Appell) et revient plein d'enthousiasme. Poincaré en particulier est très positif. Hermite met alors en œuvre une vraie campagne pour le soutien à Sophie (en particulier au moment

Le 18 mars 1890, Mittag-Leffler mentionne, dans une lettre à Poincaré [Nabonnand 1999], « Mademoiselle Lagerborg » comme une de ses élèves qui suit un des cours de Poincaré.

La métamorphose de jeunes femmes brillantes en épouses, hier et aujourd'hui, est un des phénomènes sociaux que j'ai le plus de mal à admettre. Voir une remarque complémentaire page 52.



Catherine Goldstein

où on lui refuse l'admission à l'Académie de Stockholm) : il rassemble des lettres de sa bande et aussi de ses demi-enemis (type Bertrand), il écrit à Genocchi, alors président de l'Académie des sciences de Turin, pour obtenir son soutien, *etc.*

Le 19 mars 1886, Hermite écrit en effet à Genocchi dans ce sens [Michelacci 2003, p. 179] :

Je n'ai pas pu résister au plaisir de citer un peu longuement ces épîtres au style délicieusement suranné...

Permettez-moi mon cher Président de vous faire part d'une circonstance qui intéresse Madame de Kowalevski, l'éminente analyste, et dont m'a informé M. Mittag-Leffler. Plusieurs membres de l'Académie des sciences de Stockholm, auraient désiré qu'elle fût appelée à remplir une place vacante dans cette Académie, mais une opposition fort vive s'est produite contre la proposition d'admettre une femme à siéger, quelque fût d'ailleurs son talent scientifique, et Madame de Kowalevski n'a pas été élue. Non seulement elle n'a pas été élue, mais une sorte de malveillance s'est attachée à sa personne, et on a été jusqu'à contester son mérite mathématique. M. Mittag-Leffler me demande de prendre sa défense, et dans cette intention, j'ai obtenu de MM. Camille Jordan, Darboux, Appell, Poincaré, Picard, Tisserand, l'autorisation de joindre au mien leur témoignage en sa faveur. Je viens vous demander, sous les plus expresses réserves de votre convenance, de vous réunir aux géomètres français, et dans le cas où ce ne serait point contraire à votre sentiment, de m'obtenir les adhésions de vos amis mathématiciens d'Italie. Je ne dois pas vous cacher que si M. Weierstrass s'est hautement porté garant de la valeur scientifique de Madame Kowalevski, M. Kronecker n'a pas agi de même, et que M. Fuchs a gardé de Conrart le silence prudent.

Hermite cite ici Boileau : « J'imité de Conrart le silence prudent ».

Et, le même jour, à Gösta (voir [Dugac 1985, p. 118]) :

Un bel exemple de solidarité ! La communauté mathématique se mobilise pour défendre l'un-e de ses membres. À noter qu'à part le cas Kronecker, les attaques viennent de l'extérieur de la communauté.

[...] il m'a paru que le meilleur moyen de défendre Madame Kowalevski, contre les attaques déplorables dont elle est l'objet, était de réunir en faisceau les opinions des géomètres français qui s'offrent comme garants de la supériorité de son talent et du mérite de ses écrits mathématiques.

MM. Camille Jordan, Darboux, Appell, Poincaré, Picard, Tisserand, [...], m'ont autorisé à produire leur témoignage et à les joindre au mien. Mr Maurice Lévy, à qui je me suis aussi adressé, est malheureusement détourné par ses occupations d'ingénieur en chef et de professeur ; il m'a dit n'avoir pu encore étudier le travail sur la double réfraction, qui rentre complètement dans le

cadre de ses recherches sur la physique mathématique.
[...]

Quelques jours plus tard (le 30 mars), il remercie Genocchi en ces termes (voir [Michelacci 2003, p. 182]) :

Vous avez été bien bon mon cher Président de répondre à mon appel en faveur de Madame Kowalevski, et je vous serais reconnaissant de vous charger de mes remerciements pour votre éminent collègue M. d'Ovidio, qui permet de joindre son nom au vôtre. J'ai déjà envoyé à Stockholm la déclaration expressément autorisée de MM. Camille Jordan, Darboux, Halphen, Appell, Poincaré, Picard, qu'ils jugent comme étant *des travaux de premier ordre* les mémoires de Madame Kowalevski, récemment parus dans les Acta, M. J. Bertrand, secrétaire perpétuel, m'a permis également d'ajouter son témoignage à celui des géomètres français, et j'espère qu'on ne sera point sans en tenir compte. Le vôtre et celui de M. d'Ovidio, s'y joindront sans tarder ; puisse l'ensemble avoir l'autorité nécessaire en Suède, pour écarter ce qui menace la position qui y a été faite à cette femme illustre !

Jalousie. Une parenthèse sur la brouille entre Kronecker et Weierstraß : Kronecker, qui les contestait, est déjà mécontent que Mittag-Leffler publie les travaux de Cantor dans son journal. En plus, Mittag-Leffler a formé un jury pour le prix du roi Oscar II, avec Hermite, Weierstraß et lui-même — mais pas Kronecker, qui se met en colère, écrit à Mittag-Leffler que, non, il ne recommandera pas son épouse Signe au fameux gynécologue Hegar (!) et menace de prévenir le roi que lui, Kronecker, a montré depuis vingt-cinq ans que la quatrième question posée pour le prix du roi Oscar était sans réponse. À quoi Mittag-Leffler répond que Weierstraß est âgé et que c'est pour ça qu'il a voulu l'honorer. Alors, c'est Weierstraß qui est offensé... Si je rapporte cette histoire (lue dans [Cooke 1984, p. 109]), c'est parce qu'elle montre deux respectables messieurs allemands en pleine crise de jalousie. Dans cette affaire, si Mittag-Leffler est très en colère et décide de combattre l'influence néfaste (!) de Kronecker sur les mathématiques, Sophie est plutôt du côté de la diplomatie, même si elle a trouvé la lettre de Kronecker trop drôle... comme elle a l'habitude d'être diplomate lors des accès de jalousie, ce vilain défaut, entre ces autres messieurs respectables que sont Gösta et Schwarz. On lit ici ou là que Sophie était jalouse. Gösta lui-même l'écrit dans son journal (cité dans [Hörmander 1991, p. 203]). Sans doute — comme la plupart de ses collègues, comme tout le monde ! Fermons la parenthèse.

Kronecker n'a pas toujours été hostile à Sophie. Elle et sa fille ont passé les fêtes de Noël 1881 chez les Kronecker (Leopold et Fanny). En 1884 encore, nous l'avons vu page 116, elle était en bons termes avec Kronecker. Signalons aussi le chaleureux hommage qu'il lui a rendu après sa mort [Kronecker 1891].

« Je ne puis comprendre l'hostilité de Madame Kronecker contre Madame Kowalevski, et je me demande quelle peut être l'origine de cette malveillance qui s'attaque à la fois à Madame Kowalevski, à Mr Weierstrass et à vous, en attendant moi, sans doute », écrit encore Hermite à Gösta [Dugac 1985, p. 122] le 8 juin 1886.

Et laissons continuer Catherine Goldstein. Il y a deux moments dans ce qu'elle et moi racontons ici :

– 1886 — Sophie a, en principe, résolu le problème du solide, il ne lui reste « plus⁽³⁾ » qu'à écrire les solutions, elle se rend à Paris où elle rencontre un maximum de collègues et leur raconte ce qu'elle a fait. C'est alors que germe parmi les mathématiciens parisiens l'idée de mettre au concours un prix de l'Académie sur le sujet du solide.

– 1888–89 — autour de la remise du prix.

La suite se passe donc après le prix Bordin.

À ceux qui commencent à s'étonner de la puissance de Joseph Bertrand... qui, après tout, bien que comme lui Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, n'était pas Pasteur, je conseille la lecture de l'article [Zerner 1991].

Hermite raconte aussi un dîner en l'honneur de Sophie organisé par Bertrand, avec ministres, mathématiciens, *etc.* Au point que Sophie se demande si un poste en France *etc.* Hermite écrit à Mittag-Leffler pour la décourager (en fait, il parlera directement à Sophie qui « est extrêmement intelligente » et comprend bien la situation : impossible de trouver un poste à Paris sauf peut-être à Sèvres, et encore *etc.* Il resterait la province, mais cela n'aurait rien de satisfaisant.

Voici en effet ce qu'Hermite écrit à Gösta le 12 janvier 1889, une lettre dans laquelle il fait aussi état de deux dîners, d'un bal et d'un déjeuner, une riche vie sociale [Dugac 1985, p. 156] :

Mais je n'ignore plus les difficultés pénibles, les tristesses qui sont cachées sous ces apparences si brillantes. Madame Kowalevski m'a confié que sa fortune est médiocre, que son traitement de professeur à l'Université lui est nécessaire, que sans vous et Mr Gylden, qui êtes bons et excellents pour elle, sa qualité de Russe et d'étrangère, peut-être encore de femme savant, la laisserait entièrement isolée à Stockholm, où il lui faut rester pour vivre.

[...] Reste donc la province, mais la position serait peu enviable, et jamais je n'oserai conseiller à Madame Kowalevski de s'y risquer pour y être probablement moins bien encore qu'à Stockholm ; quelle étrange et douloureuse destinée pour une femme de génie !

Dans la lettre du 26 janvier 1889, mentionnée par Catherine Goldstein, où Hermite rapporte ce qu'il a dit à Sophie, il évoque aussi les difficultés qu'a eues Stieltjes, en tant qu'étranger, à Toulouse [Dugac 1985, p.158] :

Permettez moi aussi de vous faire part des préoccupations que j'ai eues au sujet de Madame Kowalevski, et de ses projets de se fixer en France dont elle m'a formellement

⁽³⁾Voir page 97.

autorisé à vous entretenir en me disant que vous aviez pour elle l'affection d'un frère. Avant-hier, dans une longue conversation, j'ai réussi je crois à bien lui faire comprendre quelles difficultés pénibles, douloureuses, lui réserverait la position de maître de conférences, ou de professeur de faculté en province. J'avais en effet à lui mettre sous les yeux ce qui arrive en ce moment même à Mr Stieltjes, chargé de cours à Toulouse, à qui sa qualité d'étranger est cause de mille misères, tant de la part du public, des familles des candidats au baccalauréat, que de ses collègues. Que serait-ce donc, je vous le demande, pour une femme ! Mais Madame de Kowalevski est extrêmement intelligente ; elle s'est rendue compte sur le champ de tout ce que je lui ai dit, et maintenant elle en est venue à ne plus avoir en vue que l'enseignement des jeunes filles à l'École Normale de Sèvres, de sorte que ce serait seulement dans le cas où on lui offrirait une place nouvelle créée à son intention à Sèvres qu'elle renoncerait à Stockholm pour venir en France. Mais cette question n'est pas la seule dont nous nous sommes entretenus [...]

Catherine Goldstein résume :

Donc à Paris (et en Italie), elle est bien connue et appréciée, et tout à fait intégrée dans la communauté des mathématiciens. Hermite, qui n'est pas un progressiste de façon générale, souligne son talent, « exceptionnel pour une femme ». Le principal problème vient de ce qu'à Berlin, c'est le moment où Kronecker et Weierstraß se brouillent violemment [...] Du coup, Kronecker est hostile à Sophie et Fuchs apparemment, *dixit* Hermite, se tait autant que possible.

De la rigueur (suite). Puisque nous parlons de Sophie et de Paris, une petite digression pour signaler un exemple d'absence de rigueur dans un texte écrit par un journaliste pour « cha-peauter » un article [Détraz 2006] sur Sophie (il va sans dire que l'auteur de l'article n'y est pour rien) :

Brillante mathématicienne, Sophie Kovalevskaja a dû se battre toute sa vie pour se faire accepter des milieux académiques. Un combat qui passa par l'exil de sa Russie natale et qui la conduisit à Paris [...]

La première phrase n'est pas absolument vraie, ce sont plutôt les institutions contre lesquelles Sophie a dû se battre, la plupart de ses collègues mathématiciens, par exemple, étaient convaincus de ses qualités. Dans la deuxième, il n'y a rien de faux, mais les lecteurs non avertis vont comprendre que Sophie est venue

Hermite demande à Gösta dans la suite de cette lettre, ce qu'il a déjà demandé à Sophie, qu'à l'occasion de ses soixante ans, le roi Oscar II accorde une décoration à son beau-frère Bertrand, qui est déjà chevalier... de l'Étoile Polaire et aimerait bien monter en grade !

Les commentaires sur le contexte politique que contiennent les lettres dont je cite ici des extraits ne laissent pas le moindre doute au sujet des opinions politiques d'Hermite. Il écrit par exemple dans une lettre à Mittag-Leffler le 17 février 1884 [Dugac 1985] : « Mais pour moi, si bon que vous soyez, vous n'empêchez pas que je ne sois et ne demeure un cléricail, allant à la messe, et membre du conseil de fabrique de sa paroisse. » Il est même décrit comme un « catholique intégriste » dans la biographie d'Hadamard [Maz'ya & Shaposhnikova 2005].

Lissagaray ne nous dit pas s'il l'a vu à Paris pendant la Commune ou s'il était à Saint-Germain avec son beau-frère Bertrand (voir la note marginale page 49)... mais il est avéré qu'il sera, même si nous n'en sommes pas là, anti-dreyfusard.

directement de Russie à Paris pour y faire des mathématiques. Ce qui est faux (voir plus haut l'épisode de la Commune et aussi le temps qu'elle a passé à Paris avant de contacter des mathématiciens lorsqu'elle y est revenue en 1882) et occulte le fait qu'elle a été complètement formée en Allemagne.

Le 24 décembre 1888 à l'Académie

Je me suis délectée à lire le compte-rendu de cette fameuse séance de remise du prix Bordin [Cras 1888, p. 1031 et suivantes]... Je me délecte à la raconter à mon tour (et à ma façon). C'est la séance publique annuelle de l'Académie des sciences. Solennelle. Elle débute à une heure, une heure précise (nous le savons par la lettre du 18 décembre, signée par Louis Pasteur et Joseph Bertrand, secrétaires perpétuels, invitant Sophie à la cérémonie, dont une photographie figure dans le livre de Pelageya Kochina [1985]).

Discours de M. Janssen, le président, un astronome. Ah ! ce discours ! Il commence par

rappeler le souvenir de ceux de nos confrères que nous avons eu la douleur de perdre depuis notre dernière séance annuelle

en particulier, du général Perrier (encore un général) mort en février à l'âge de cinquante-quatre ans, qui a exécuté

cette opération grandiose réputée jusque là presque irréalisable, à savoir, la réunion géodésique de l'Espagne avec l'Algérie par-dessus la Méditerranée.

Ce beau succès donnait à la Géodésie un arc continu s'étendant du nord de l'Angleterre jusqu'au Sahara, c'est-à-dire dépassant en étendue les plus grands arcs mesurés jusqu'alors

(encore un géodésiste, ce qui ne peut manquer de nous rappeler, à nous qui savons, le général Schubert, celui que Weierstraß citait [1861] et qui avait toisé la Terre, le grand-père maternel de Sophie), de ce grand ingénieur rural que fut Hervé Mangon, je vous passe les autres, il félicite ensuite l'amiral Jurien de la Gravière, élu membre de l'Académie Française (on s'y attendait mais il ne faut jurer de rien) — une autre parenthèse sur cet amiral, Edmond Jurien de la Gravière était le Président de l'Académie des sciences en 1886 et à ce titre il avait rencontré Sophie, comme l'avait mentionné, entre autres nouvelles, notre ami Hermite, dans une lettre à Genocchi du 29 juin 1886, fin de

« Madame Kowalevski a également assisté à la séance [une séance de l'Académie des sciences], et a reçu l'accueil courtois et aimable, du Président, l'amiral Jurien de la Gravière, auquel elle avait tant de titres. » écrit Hermite [Michelacci 2003, p. 188]).

la parenthèse. Après quoi le Président Janssen annonce, enfin, ce que nous attendons tous :

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.

M^{me} de Kowalewski a remporté cette année le grand prix des Sciences mathématiques. 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.

M^{me} de Kowalewski est professeur à l'Université de Stockholm, où elle forme de savants élèves. 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 M^{me} de Kowalewski a tenu à hériter de son Illustre ancêtre, et nous l'en félicitons.

Commentaires

– C'est une séance publique et le président Janssen s'adresse à la salle au masculin, « Messieurs », dit-il. J'ai pourtant cru comprendre que l'assistance comprenait au moins une femme, puisque Sophie elle-même était présente.

– Que Sophie ait été la petite-fille du général Schubert, un géodésiste lui aussi, notre président ne devait pas le savoir, sinon il aurait fait un parallèle avec le général géodésiste auquel il rend hommage, Perrier.

– « M^{me} de Kowalewski », dit-il. Un bon endroit pour se demander d'où sort le « de » ? Doit-on le comprendre comme un génitif ? D'accord, je fais du mauvais esprit. Ici il vient sans doute de la noblesse donnée par la filiation avec le roi Mathias Corvin. D'ailleurs, après lui avoir ajouté une particule, le président Janssen insiste sur son ascendance royale. Vive la République ! Vive la France ! Plus sérieusement, de même que le *von* que Weierstraß souhaitait qu'elle utilisât, ce « de » devait contribuer à sa respectabilité.

– Le président Janssen est tellement impressionné, sans doute par l'idée du moment historique qu'il est en train de vivre, qu'il se trompe de prix. Le grand prix des Sciences mathématiques cette année-là, c'est à Picard qu'il va, aussi avec un sujet fait sur mesure :

Perfectionner la théorie des équations algébriques de deux variables indépendantes.



J'ai rapporté et on trouvera plusieurs remarques émouvantes de Roger Cooke dans ce livre. En voici une, très anecdotique et que je ne trouvais pas assez sérieuse pour l'inclure dans la généalogie de Sophie, mais que je ne peux résister au plaisir de citer ici. Il écrit dans sa recension du livre [Tuschmann & Hawig 1993] pour *Mathematical Reviews* :

« Bien que beaucoup des détails donnés dans le livre ne soient pas en eux-mêmes importants, ils ajoutent beaucoup à son intérêt. Le *reviewer* [lui, Cooke] ne savait pas, par exemple, que l'arrière-arrière-grand-père Johann Ernest Schubert avait été l'ami d'un homme dont le fils s'était suicidé, devenant ainsi le modèle du personnage principal de *die Leiden des jungen Werthers* de Goethe. »

Qui dira l'émotion de l'historien qui découvre que son héroïne est l'arrière-arrière-petite-fille d'un copain du gars dont le fils a servi de modèle au poète Goethe...

– J’ai compté, primés ou nominés, ils sont presque soixante cette année-là, mais Sophie est la seule mentionnée par le président Janssen. Le compte-rendu de cette séance exceptionnelle s’achève par le programme des prix pour l’année suivante. Le prix Bordin (revenu à 3 000 Frs) porte sur des exemples de surfaces sur lesquelles

$$ds^2 = (f(u) - \varphi(v))(du^2 + dv^2).$$



Sophie en 1887

Le rapport de la commission. La version publiée du discours du Président Janssen est suivie des rapports des commissions sur les prix. Comme on peut s’y attendre, les mathématiciens sont les plus concis des académiciens. Si je comprends bien, on donne le prix à un mémoire anonyme (dans le cas qui nous intéresse et d’ailleurs probablement dans presque tous les cas qui pourraient nous intéresser, l’anonymat est très relatif, la communauté sait parfaitement qui travaille sur quoi et comment, et Sophie était, je l’ai dit, membre à part entière de la communauté mathématique européenne) qui est identifié par une sorte de code, une phrase, une devise, que l’on retrouve sur un pli cacheté qui renferme le nom et l’adresse de l’auteur, lequel pli cacheté n’est ouvert que lorsque le mémoire gagnant a été choisi. Les perdants restent anonymes et peuvent publier leur travail où ils veulent.

Cela n’apparaît pas dans le rapport que je vais reproduire ici mais Sophie écrit à Gösta qu’il y avait quinze candidats (cité dans [Cooke 1984]) ; une lettre bien antérieure d’Hermite faisait état, en juin 1888, de deux autres mémoires. La commission est formée de Maurice Lévy, Philips, Resal, Sarrau, Darboux (rapporteur). Darboux commence par rappeler la question, puis présente et explique le choix de la Commission.

À l’unanimité, la Commission décerne le prix au Mémoire inscrit sous le n°2 et portant la devise : *Dis ce que tu sais, fais ce que dois, advienne que pourra*. 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 [...]

Appendice : le prix Bordin. C. L. Bordin était un notaire parisien qui avait légué à l'Institut de France 12 000 francs de rentes à répartir entre quatre des académies pour établir des prix annuels. Un décret du 12 novembre 1835 avait autorisé l'Académie des sciences à accepter ce legs. Elle ne proposa qu'en 1856 de décerner le prix, alternativement en deux groupes, l'un concernant les sciences mathématiques, l'autre les sciences physiques ou naturelles. Le premier prix proposé en mathématiques le fut en 1862, il était (déjà) de 3 000 francs. Les premiers sujets relevant de la section des mathématiques seraient plutôt, dans la conception actuelle, de la physique, comme par exemple celui de 1866 :

Déterminer les indices de réfraction des verres qui sont aujourd'hui employés à la construction des instruments d'optique et de photographie, etc.

Nous avons vu dans ce texte les sujets de mathématiques proposés en 1886, 1888 et 1894. Le sujet de 1892 était, lui aussi, un « vrai » sujet de mathématiques, au sens où nous l'entendons aujourd'hui :

Applications de la théorie générale des fonctions abéliennes à la géométrie.

Le dernier prix Bordin attribué en mathématiques l'a été en 1996, le dernier lauréat fut une lauréate, Doina Cioranescu, pour ses travaux sur les matériaux avec cavités et les structures périodiques à échelles multiples, le prix était (toujours) de 4 000 francs (4 000 francs de 1996, c'est environ 600 euros de 2006, on est loin du salaire annuel d'un professeur de lycée). Le prix Bordin a ensuite été regroupé avec beaucoup d'autres fondations pour créer la Grande médaille de l'Académie des sciences (les autres académies continuent à décerner des « prix Bordin »).

Je dois tous ces renseignements à Florence Greffe, Conservateur des Archives de l'Académie des sciences (les commentaires sont bien entendu de ma seule responsabilité).

Sa réputation, avant-hier, hier... et aujourd'hui ?

Elle participait à cette petite élite qu'était la communauté des mathématiciens, on la consultait, par exemple à propos du mémoire que Poincaré allait proposer pour le prix des soixante ans du roi Oscar II. Le 31 décembre 1888, Hermite écrit à Gösta (voir [Dugac 1985, p. 154]) en lui envoyant un projet de rapport :

[...] je me suis entretenu avec Madame Kowalevski afin de connaître le fond de votre sentiment sur le mérite de Poincaré, ne pensant pas pouvoir mieux m'adresser, et c'est en complète et absolue concordance de ce qu'elle m'a dit, avec ce que je pense moi-même depuis longtemps, que je me suis exprimé dans les termes dont je vous fais juge. Je crois devoir vous faire connaître que d'après Madame Kowalevski c'est l'opinion unanime des géomètres dont je me suis fait l'organe [...]

Elle a contribué aux liens entre les écoles française et allemande de théorie des fonctions ; elle a été éditrice d'*Acta Mathematica* (nous l'avons vu au chapitre VII) et en tant que telle a développé la publication d'articles de ses collègues russes et permis leur diffusion en Europe occidentale. Elle a ainsi joué un rôle important dans la transmission des idées mathématiques.

Lors d'un congrès à Christiania (Oslo) en juillet 1886, où elle ne présenta pas de communication, elle reçut une ovation, fut élue présidente de la section mathématiques et, lors du banquet, Bjerknes prononça un long discours en son honneur, suivi d'énormes applaudissements.

Elle avait alors une excellente réputation scientifique. Si l'on a beaucoup parlé d'elle, de sa vie bohème, de ses relations incompréhensibles avec son mari, de ses opinions politiques, il semble qu'aucun mathématicien de son époque n'ait mis en doute ses qualités scientifiques. Comme dit James [2002, p. 237] (traduit par moi) :

Tous ceux qui l'ont connue s'en sont souvenu comme d'une femme d'un grand esprit et d'une grande originalité.

Il n'est pas contestable que sa réputation aujourd'hui ne correspond ni à ce qu'elle était à son époque, ni à la qualité de ce que l'on peut lire dans ses articles. Je pense m'être exprimée clairement sur son travail sur le solide.

Sophie a écrit peu d'articles, sa vie d'avant Stockholm a été agitée et difficile (comprenant, nous l'avons vu, quelques années moins productives en mathématiques) et elle est morte à l'apogée de sa carrière.

Élection à l'Académie de Saint-Pétersbourg. En 1889, après toutes la suite de reconnaissances qu'ont constitué le prix Bordin, le poste permanent à Stockholm, le prix suédois et l'élection comme membre correspondante de l'Académie de Saint-Pétersbourg, Sophie pouvait rêver sérieusement d'un poste dans un centre européen plus important. Les lettres d'Hermite citées ci-dessus rendent compte de ses essais en

France. Lorsque Буняковский (Bounyakovski) meurt à la fin de l'année, libérant ainsi une place à l'Académie de Saint-Petersbourg, elle décide de se porter candidate, soutenue par Mittag-Leffler et par Hermite. Contrairement au titre de membre correspondant, qui est honorifique, celui de membre assure un salaire. Mais il y a un autre candidat sérieux, Markov, un jeune mathématicien ambitieux et sûr de lui qui laissera son nom à une notion importante de la théorie des probabilités, les « processus de Markov » (mais on n'en est pas encore là). Et Markov prend ça très au sérieux, un peu comme un joueur de rugby prend le jeu assez au sérieux pour s'autoriser à piétiner un adversaire pour lui prendre le ballon. Alors il fait courir le bruit que l'article de Sophie sur le solide, son plus beau titre de gloire, celui du prix Bordin, est faux, Sophie aurait laissé échapper des cas (voir la discussion à ce sujet page 123). Le 18 mai 1890, Sophie écrit dans son journal [Kochina 1985, p. 300] :

Markov a déclaré en public que mon mémoire est rempli d'erreurs, mais qu'il ne les montrerait qu'après que les académiciens respectés qui ont proposé que je devienne membre aient eu la bonté de lire mon mémoire... Mais après qu'il ait été nommé académicien extraordinaire, il a été si condescendant qu'il a déclaré dans une conversation privée que mon mémoire n'était pas si mauvais qu'il n'en avait l'air.

Non seulement Markov affirme que le travail de Sophie — avec qui il est en concurrence — est faux, mais en plus, il prétend que Tchebychev ne l'a pas lu — attaquant ainsi son défenseur. Liapounov fait taire Markov en prouvant, par une méthode plus sûre que celle de Sophie, que celle-ci a raison et qu'elle a bien donné une solution complète.

Plus tard, le 17 novembre 1892, la Société Mathématique moscovite, qui en avait assez d'entendre Markov dire du mal de ses collègues, vota la décision suivante [Kochina 1985, p. 304] :

La société décide, parce que des réclamations infondées comme celles faites par le Professeur A. A. Markov sur les travaux de S. V. Kovalevskaya, V. G. Imchenetski, P. G. Bugaev et G. G. Appelrot ne servent aucun but scientifique et parce que la discussion de ces réclamations a distrait la société de son travail, qu'elle n'acceptera plus désormais de discuter aucune réclamation violente et infondée.

Résultats de cette manœuvre du jeune Markov :

– D'abord, Sophie n'est pas élue. Elle ne l'aurait peut-être pas été, de toute façon,



Bounyakovski (1804–1889)

Ce que nous appelons en France l'inégalité de Cauchy-Schwarz s'appelle en Russie l'inégalité de Cauchy-Bounyakovski... et pour de bonnes raisons : Bounyakovski l'avait découverte avant Schwarz et même avant Cauchy semble-t-il.



Liapounov (1857–1918)

Une dizaine d'années plus tard, le même Liapounov corrigera une démonstration fautive du théorème de la limite centrale... due au même Markov.

– parce que son domaine, l'analyse complexe, n'était pas encore très à la mode en Russie. Pensons par exemple à l'illustre Tchebychev, mathématicien puissant et respecté, que Sophie avait rencontré dans sa jeunesse (Tchebychev tenait un salon à Saint-Petersbourg et on pouvait venir lui poser des questions de mathématiques, Sophie l'avait fait juste après son mariage, en 1868, Roger Cooke [2002a, p. 6] dit que si elle avait pu étudier en Russie, Sophie serait certainement devenue son élève) et qui avait *presque* démontré ce que l'on appelle le théorème des nombres premiers... celui que Hadamard et de la Vallée Poussin démontreraient tout à fait, grâce à l'analyse complexe,

– parce que la théorie des fonctions abéliennes, mal connue en Russie, y passait pour très aride et insuffisamment développée,

– parce que, d'après Pelageya Kochina, il n'y aurait de toute façon jamais eu de place pour Sophie dans la Russie tsariste.

– Mais rien n'est jamais perdu. Surtout pas une rumeur. Facile à faire courir, une rumeur, mais difficile à retenir. Bien des années plus tard, Liapounov et ses collègues avaient depuis longtemps fermé sa bouche à Markov en prouvant que cette rumeur était injustifiée, mais Klein écrivait encore en 1926⁽⁴⁾ :

on n'est pas complètement satisfait de son travail sur la rotation.

On a vu aussi (ici page 147) que l'un des articles écrits par Sophie, [Kowalevski 1885a], s'est révélé faux, une chose assez courante, qui n'enlève rien à la qualité du reste.

Saut d'obstacles

On a souvent comparé la carrière scientifique des femmes à une course de haies. Dans le cas de Sophie, je pense plutôt à ces épreuves de concours hippique où l'on augmente la hauteur de l'obstacle après chaque passage. Qui plus est, il semble dans ce cas que cette épreuve soit infiniment longue au sens où, même longtemps après sa mort, elle doit recommencer à prouver encore et encore ses compétences et la qualité de son apport à la science. On trouvera des exemples récents de ces obstacles

⁽⁴⁾Dans [Klein 1979], le texte complet est cité ici page 235 sq.

posthumes que l'on continue à accumuler devant elle au chapitre XI.

L'article [Koblitz 1987a] étudie, de façon assez intéressante, la façon dont l'image de Sophie s'est (a été) modifiée depuis sa mort, notamment sous l'influence de Bell [1937] et peut-être aussi de Klein [1979]. Il me semble, et je l'ai dit, qu'Anne-Charlotte Leffler a aussi sa responsabilité dans l'affaire (voir le chapitre VII). Il n'est pas indispensable de reproduire ici ce que l'on peut lire dans [Koblitz 1987a]. Je vais citer le texte de Bell sur Sophie dans son intégralité au chapitre X et celui de Klein, avec d'autres affirmations d'autres auteurs, héritées d'Anne-Charlotte Leffler, au chapitre XI.

Sophie était, de son vivant, extrêmement célèbre. Voir par exemple la façon dont Jules Verne s'en souvenait page 214. La nouvelle de sa mort a été annoncée dans les journaux du monde entier (même d'Alger, d'Istanbul et d'autres capitales éloignées, dit Ann Hibner Koblitz [1987a]) et moins de cinq ans après, au moins quatre biographies différentes étaient parues : la fictionnalisation était en route. Voir, toujours dans [Koblitz 1987a] la liste, que je ne peux pas m'empêcher de trouver désopilante (on me dira sans doute qu'il n'y a pas de quoi rire ! on ne se refait pas...), des articles parus peu après le « roman » d'Anne-Charlotte Leffler, voici un exemple de titre : « La nouvelle femme russe. Un auteur de Cincinnati trouve dans sa triste vie la preuve que la sphère de la femme est son foyer ».

On lui fait des reproches un peu étonnants. On pourra trouver étrange, par exemple, que des mathématiciens d'aujourd'hui, qui passent une grande partie de leur temps à voyager, d'un colloque au Japon à une invitation d'une semaine en Allemagne avant un semestre aux États-Unis et un séjour de deux mois à Djursholm, commentent la vie de Sophie à Stockholm d'un « Elle ne manquait jamais une occasion de quitter Stockholm ». Oui, quels qu'aient été ses sentiments pour cette ville et sa société, elle avait besoin de voyager, de rencontrer d'autres collègues. Comme nous.

Indépendance scientifique de Sophie

Je trouve assez normal que l'on se demande, au moment d'embaucher un·e jeune mathématicien·ne, quelle est son indépendance par rapport à son directeur de recherche, quelles



Plus sérieusement, l'exemple de Sophie et de sa carrière a été utilisé *aussi* contre l'entrée des femmes dans l'enseignement supérieur et la vie active. Voir notamment [Rowold 2001].

Supposons, dit Cantor, que l'on puisse énumérer les nombres réels entre 0 et 1, écrivons les les uns à la suite des autres dans l'ordre de cette liste,

0,6712789354...
 0,0956432098...
 0,7656430987...
 0,4508923986...
 0,3030495267...
 0,5634562344...

Alors le nombre

0,706957...

(fabriqué en modifiant chacun des chiffres de la diagonale rouge : on a remplacé 6 par 7, 9 par 0, 5 par 6, etc.) n'est pas dans la liste : son premier chiffre (7) est différent de celui (6) du premier nombre écrit donc ce n'est pas le premier nombre, de même son $n^{\text{ème}}$ chiffre est différent de celui du $n^{\text{ème}}$ nombre... C'est ce que l'on appelle le procédé diagonal de Cantor, une démonstration de 1890 (différente, donc, de celle publiée dans *Acta Mathematica* quelques années plus tôt) du fait que l'infini des nombres réels n'est pas de même nature que celui des nombres entiers.

idées originales il ou elle a eues, si l'on peut espérer d'autres nouvelles et belles idées.

Je trouve tout aussi normal, en parlant des nombreux élèves de ce monument, de ce « père de l'analyse moderne » qu'est Weierstraß, qu'on se demande s'ils ont eu des idées originales ou si c'est le « grand analyste des bords de la Sprée » qui les a inspirés, qui leur a tout soufflé. Nous avons vu, nous verrons encore, qu'il n'était avare ni de ses idées, ni de ses conseils, ni même de ses manuscrits inédits. Par exemple, c'est Du Bois-Reymond qui a publié son exemple d'une fonction continue qui n'est dérivable en aucun point, comme on le lit dès la première page de [Riesz & Sz.-Nagy 1953].

Des élèves, Weierstraß en a eu beaucoup. Sophie est là en bonne et honorable compagnie. Plusieurs ont laissé leurs noms à des résultats de mathématiques utiles et connus,

- l'ensemble de Cantor, son procédé diagonal...
- le théorème de Cauchy-Kovalevskaya, la toupie de Kowalevski,
- le critère de Fuchs,
- le morphisme de Frobenius,
- la méthode de Runge-Kutta,
- la forme de Killing,
- le lemme de Schwarz, son principe de réflexion,
- le théorème de Mittag-Leffler, son étoile,

dont certains occupent les marges de ces pages.

Tous ont fait des carrières de mathématiciens, certains ont vécu très longtemps, d'autres moins. Au moment de leur mort, tous étaient des mathématiciens reconnus par leur communauté et respectés.

Pourtant, la plupart des textes qui mentionnent Sophie soulèvent la question de son indépendance par rapport à son professeur Weierstraß :

[...] nous ne pouvons pas répondre à la question de l'indépendance par rapport à son professeur [Domar 1978, p. 10].

[...] La première chose frappante est que ses travaux sont très proches et dans le style de ceux de Weierstraß, de sorte que l'on ne voit pas s'ils contiennent des idées indépendantes ou personnelles [Klein 1979].

[...] elle est parvenue à démontrer qu'une équation aux dérivées partielles linéaires à coefficients analytiques a des

solutions analytiques, une application d'idées de Weierstraß [Klein 1979].

Le travail de Cauchy sur les systèmes a été fait indépendamment et d'une façon améliorée par Sophie Kowalewsky (1850–91), qui était une élève de Weierstrass et qui appliquait ses idées [Kline 1972, p. 702].

Le 24 décembre 1888, l'Institut de France lui décernait solennellement le prix Bordin [...]. Il est difficile de déterminer la part qu'a pu prendre Weierstrass à ce travail [Loria 1903, p. 391].

alors que je n'en ai vu aucun qui pose la même question pour Mittag-Leffler, par exemple. Comme dit Roger Cooke [1984, p. 176], traduit par moi :

C'est une prémisse implicite que l'on doit pouvoir déterminer avec précision l'originalité des travaux d'une femme mathématicienne avant d'admettre qu'elle est bonne.

Il le dit d'ailleurs à propos de l'historien et mathématicien, Gino Loria, que nous venons de voir et verrons encore s'exprimer dans ce livre, et dont il demande

Aimerait-il que l'on applique ce critère à ses propres travaux ?

Rumeurs, rumeurs... Voyez comme les rumeurs ont la vie dure. Dans l'article récent [Kozlov 2000, p. 1191], on peut lire, dans l'esprit de ce qui précède

[...] son activité scientifique a été surtout un développement des idées de son grand professeur

alors que, huit pages plus haut, l'auteur, Valeri Kozlov, s'est déjà posé cette question... et y a déjà répondu :

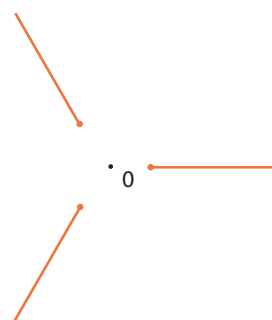
[...] il est naturel de se demander : cette idée a-t-elle pu lui être suggérée par Weierstraß ? Nous pouvons répondre avec confiance par la négative. La preuve en est dans sa lettre 57 à Mittag-Leffler le 28 décembre 1884. Elle y présente sa méthode [...].

Il s'agit ici de la lettre qui fait l'objet du chapitre VI. Comme c'est clairement le cas pour cet article, que j'ai déjà eu l'occasion de citer (et ce n'est pas terminé...) l'idée de la dépendance (scientifique) de Sophie a certainement été confortée par l'image de femme dépendante qu'Anne-Charlotte Leffler en a construite (voir ici page 140).

Une remarque due à Schwarz et que tous les étudiants de mathématiques connaissent, c'est le fait que, pour une fonction f de deux variables de classe $\mathcal{C}^2$, on a

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} \dots$$

désormais une banalité. Mais tellement utile !



L'étoile de Mittag-Leffler d'une série entière est le plus grand ouvert étoilé (en 0) sur lequel la somme de la série se prolonge en une fonction analytique. La figure représente l'étoile de Mittag-Leffler de

$$\sum_{n \geq 0} z^{3n} = \frac{1}{1 - z^3}.$$

Sophie ou l'oubli

Je ne pense pas qu'il y ait, je pense qu'il n'y a pas de relation d'ordre total sur l'ensemble des mathématiciens, ni même sur ce petit sous-ensemble que constituent les élèves de Weierstraß, mon objet n'est pas de discuter si Sophie était plus douée que ou préférée à Schwarz, mais de comprendre comment elle n'est plus là du tout.

Il serait intéressant de faire une étude plus précise, un authentique travail d'historien, sur la façon dont la mémoire de Sophie s'est perdue au cours du xx^e siècle,

– par exemple, comment celle qui a été l'élève la plus douée, l'élève préférée, de Weierstraß arrive à n'être plus mentionnée du tout (voir, entre autres, [Remmert 1991]),

– ou encore comment elle est une éditrice active, favorisant le renom international du jeune journal *Acta Mathematica* et comment son nom n'apparaît pas, absolument pas, dans le numéro du centenaire⁽⁵⁾ — sauf comme une lubie d'un Mittag-Leffler presque sénile dans l'article [Weil 1982] (voir ici page 238).

Et ce n'est pas fini. Elle disparaît à nouveau, comme si elle avait été un péché de jeunesse, dont il est de mauvais goût de parler une fois installé. En voici un nouvel exemple, les titres des travaux d'Adler et van Moerbeke :

– en 1982, ils découvrent la notion d'intégrabilité algébrique (et le fait que c'est la notion utilisée par Kovalevskaya, comme je l'ai déjà signalé page 104), l'article [Adler & van Moerbeke 1982] s'intitule *Kowalewski's asymptotic method, Kac-Moody Lie algebras and regularization* ;

– en 1989, ils publient [Adler & van Moerbeke 1989], *The complex geometry of the Kowalewski-Painlevé analysis* ;

– en 2004, le livre [Adler et al. 2004], qui fait le bilan, la somme, de la théorie et de leurs travaux, s'intitule *Algebraic integrability, Painlevé geometry and Lie algebras*.

★

Après la bourgeoisie suédoise, *Acta Mathematica*,
la vie parisienne et la preuve diagonale de Cantor,
une pause littéraire.

★

⁽⁵⁾Voir la correspondance d'Ann Hibner Koblitz et de la rédaction d'*Acta Mathematica*, en les respectables personnes de Gårding et Hörmander, dans [Koblitz 1984], ainsi que le paragraphe sur *Acta Mathematica* page 142 et les « souvenirs » page 240 sq.

Une pause Des anges et des arêtes

SONIA est une femme qui va partout comme le vent, d'un seul élan. La patience lui est étrangère, l'attente insupportable. Pourtant elle attend. Gustave veut lui parler. Il l'a invitée à déjeuner, elle est chez lui et elle l'attend. Elle est assise dans la bibliothèque qu'elle connaît bien, sur une banquette recouverte d'un long coussin de tapisserie, devant la fenêtre, et regarde au-delà du jardin recouvert de neige, un petit pont de briques qui enjambe un ruisseau gelé. La pièce est belle et étrangère, meublée en gris, or éteint et rose, avec une potiche chinoise, et les livres de la bibliothèque close en vieil acajou.

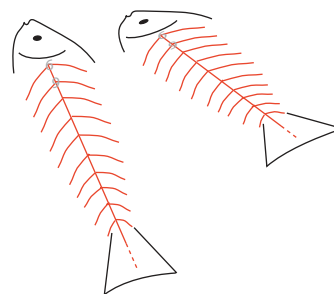
Enfin on vient la chercher. Signe, la maîtresse de maison, s'est absentée. La gouvernante a préparé à déjeuner au coin du feu, elle ne déjeune pas avec Gustave et Sonia mais elle entre et sort plusieurs fois pendant le repas, proposant une portion supplémentaire que Sonia refuse, reversant du vin dans les verres. Gustave et Sonia occupent de grands fauteuils de chaque côté du feu de bois. Quand la gouvernante est sortie avec la table roulante et les reliefs du repas, Gustave dit : « Sonia, le journal. » Mais Sonia prétend qu'elle est fatiguée. « Pas aujourd'hui ». Elle ne le dit pas à Gustave, mais l'attente, les fauteuils de velours, la sollicitude de la gouvernante, la cheminée, de même que la potiche chinoise de la bibliothèque dont elle a l'impression de savoir qu'elle la brisera un jour, la paralysent.

« Parlons-en demain. Cette fois c'est moi qui vous invite.

— Bien, dit Gustave doucement. »

★

Le lendemain, ils se retrouvent dans un restaurant populaire. C'est Sonia qui a choisi l'endroit. La salle à manger est conventionnelle, avec un lustre et un grand feu dans la cheminée. Ici, nous pourrions discuter tranquillement, dit Sonia. Il y a beaucoup de monde, trois tables où l'on parle fort, d'autres où l'on chuchote, mais sans discrétion. Il y a aussi des tableaux aux murs, des rideaux verts à motifs de roses et d'églantines blanches et des bougies rouges sur les tables. Sonia commande une bouteille de vin blanc, un bol de potage et un hareng fumé avec des pommes de terre. Gustave commande le potage, considère l'idée du hareng, et demande une sole grillée. Sonia rit. Elle dit : « J'ai fait du patin avec votre sœur ce matin. Vous devriez venir avec



nous. Vous seriez drôle. » Gustave pense : comme elle est différente. Vivante. Hier, elle ne me regardait même pas. Vais-je le lui dire ? Il vaut mieux pas. Il regarde Sonia tourner son potage dans tous les sens, éclabousser la nappe, porter sa cuillère à sa bouche, pousser un petit cri, elle s'est brûlée, et éclater de rire à nouveau.

« Le journal, dit Sonia en offrant un petit pain à Gustave. Votre journal. Comme j'ai aimé y relire les mathématiques des ensembles infinis de Cantor. » Gustave pose sa cuillère et boit une gorgée de vin. « J'adore la preuve diagonale, dit Sonia ». Elle sourit. Son sourire éclaire son visage avant de se transformer en un nouvel éclat de rire. Elle dit : « La preuve diagonale est une manière — visualisable géométriquement — de relier les ensembles finis aux ensembles infinis. Quand j'étais enfant, il y a eu un jour où j'ai compris qu'il y avait autant de nombres pairs que de nombres tout court, de nombres entiers. C'était le paradis. » Elle rit encore. « Les fractions. » Elle fouille dans le petit sac informe qu'elle emporte partout avec elle, trouve une enveloppe chiffonnée et un morceau de crayon, et fait un croquis sommaire d'une grille avec des embranchements. « J'ai trouvé ça toute seule, autant de points à coordonnées entières que de nombres entiers, je disposais toutes les points systématiquement, en bel ordre, rien qu'en dessinant un ensemble de diagonales, comme ceci. » Gustave sort un calepin de maroquin. Les doigts fins de Sophie multiplient les lignes pendant tout le potage et le poisson, glissant avec sûreté sur le papier. « Et, dit Cantor, on compte les fractions de la même façon. Il n'y a pas plus de fractions que de nombres entiers. » Gustave regarde les doigts aller et venir avec assurance. Le vin est acide, le potage rustique, la clientèle un peu vulgaire, ils ne parlent pas du tout de ce dont il voulait l'entretenir, mais elle a tant d'enthousiasme — il peut vraiment l'imaginer, petite fille, en train de compter les fractions, et il en est simplement heureux.

« Le paradis, dit Sonia. Et surtout plus tard, lorsque j'ai vu Cantor utiliser encore une diagonale, mais pour montrer qu'il y a beaucoup plus de nombres, de nombres tout court, de nombres réels, que de fractions, les articles que j'ai lus dans votre journal... » Sonia dessine davantage de lignes et boit deux verres de vin, l'un à la suite de l'autre. Elle s'anime encore plus, son visage a pris une teinte veloutée de pêche mure. Son crayon se casse, Gustave sort son propre stylo et il la regarde affermir sa prise. Il se produit, entre les doigts de Sonia, une série de toiles d'araignée, de spectres de branches, de formes rappelant l'épine

dorsale graduée de squelettes de poissons. « Les nombres finis sont l'univers visible. Ils sont là et bien là même si nos descriptions humaines d'eux et de leur nature sont fausses — et il est certain qu'elles sont incomplètes. Les infinis sont comme des anges. Voilà ce que Cantor a construit pour nous, un paradis avec ses anges ». Et elle rit encore. « Et maintenant, demandez la poire au chocolat chaud. Moi, je ne mange plus. » Mais elle se sert encore un verre de vin.

Gustave retourne le liquide chaud et le fruit moelleux sur sa langue. Il comprend que, s'il doit continuer dans la voie de cette délicate presque-intimité, il lui faut renoncer aux plaisirs banals de la conversation, du flirt et du commérage. La sensation est aussi agréable que l'amertume du chocolat, que la teinte blanc, or et vert sève du vin qui oscille encore dans le verre de Sonia quand elle rit, que les éclats de lumière jaune dans ses yeux gris. Puis ils parlent du journal. Sonia accepte avec enthousiasme de participer à cette aventure. Elle rit encore : « je vous aurai des articles russes. » Lorsqu'ils sortent du restaurant, Sonia siffle gaiement, les gens se retournent pour la regarder et Gustave n'arrive même plus à s'en sentir gêné.

★

La page d'*Une femme qui siffle* d'A.S. Byatt [2003] où est discuté le procédé diagonal de Cantor devant des arêtes de sole est un des plus beaux textes littéraires sur les mathématiques qu'il m'ait été donné de lire. Les deux théorèmes de Cantor auxquels Sonia fait allusion sont la dénombrabilité de l'ensemble des nombres rationnels (voir ici page 143) et la non dénombrabilité de celui des nombres réels (le procédé diagonal, voir ici page 174 — les lecteurs attentifs auront compris qu'il s'agit aussi d'un anachronisme, cette démonstration n'étant pas celle qu'*Acta Mathematica* a publiée). J'espère ne pas avoir trop affaibli ce texte en l'adaptant ici, d'autant plus que la référence à Wittgenstein, essentielle dans le passage de Byatt, était devenue impossible : l'anachronisme aurait été trop violent (le « paradis » que Cantor a créé pour nous, expression due à Hilbert, est aussi un anachronisme, mais il est plus discret). J'ai aussi utilisé quelques phrases de *la Tour de Babel* [Byatt 2001] et copié la description de l'intérieur de Gustave dans *Nature morte* [Byatt 2000].

Il faut bien mélanger un peu : les amateurs de Dostoïevski auront reconnu dans la potiche chinoise que Sonia a certainement fini par briser dans ce roman virtuel un personnage de *l'Idiot* [Dostoïevski 2005].

CHAPITRE X

LES FEMMES DES *MEN OF MATHEMATICS*

Je m'intéresse ici à nouveau à la réputation scientifique de Sophie. J'ai lu les commentaires de plusieurs spécialistes reprochant au livre de Bell [1937] *Men of mathematics* (*Les hommes des mathématiques*), sa responsabilité dans ce que j'appelle sa « mauvaise réputation ». Comme le dit Roger Cooke [2002a] (traduit par moi)

Comme elle [Sophie] ne pouvait pas suivre les cours légalement, il [Weierstraß] lui proposa des cours particuliers. (Je fais de mon mieux pour que ce n'ait pas l'air d'une proposition malhonnête. Il n'y a pas la moindre raison de croire que leur relation a été autre chose que la relation amicale d'un professeur et de son élève, en dépit d'insinuations monstrueuses du contraire dans le livre d'E. T. Bell, dans lequel Kovalevskaya, seule femme d'un livre adéquatement nommé *Les hommes des mathématiques* est dévalorisée (*trivialized*) et décrite comme une séductrice.)

Ce livre, qui semble avoir eu une influence importante sur des générations de mathématiciens, est aujourd'hui célèbre pour les informations légèrement (ou pas) déformées et les biographies romancées qu'il contient. Le cas de celle de Galois est particulièrement bien connu. Je renvoie au très intéressant article de Tony Rothman [1982].

Comme inventeur de contes de fées, on peut apprécier Bell ; comme biographe, je ne sais pas jusqu'à quel point on peut lui pardonner,

écrit-il à propos du chapitre consacré à notre jeune génie (mais la remarque s'applique aussi au cas de Sophie), alors qu'Ann Hibner Koblitz [1993, p. 279] dit, elle, que Bell

n'était pas homme à laisser les faits gâcher une bonne histoire.



Roger Cooke

J'avoue que j'aime beaucoup cette parenthèse de Roger Cooke, typique de la tendresse, raisonnée mais profonde, qu'il éprouve évidemment pour Sophie. « Il est impossible de douter » (voir la note marginale page 207) que l'historien soit tombé amoureux de l'objet de son étude.



Maria Agnesi (1718–1799)

Maria Gaetana Agnesi (1718–1799), la « première femme » que j'ai déjà mentionnée plusieurs fois, est l'auteur d'un ouvrage en deux volumes de géométrie analytique paru en 1748, elle est élue membre de l'Académie des sciences de Bologne, puis nommée à une chaire à l'université de cette même ville par le pape Benoît XIV, refuse ce poste pour consacrer sa vie aux études religieuses. Elle a laissé son nom à une courbe algébrique de degré 3, une cubique, la « cubique d'Agnesi », qu'elle n'a peut-être pas inventée elle-même et qu'une traduction malencontreuse de l'italien en anglais a transformée en « sorcière » d'Agnesi, y aurait-il eu une connexion entre femme et sorcière dans la tête du traducteur ? Cette sorcière d'Agnesi... n'est autre que la courbe que j'ai utilisée page 32 pour illustrer la courbe s'approchant de son asymptote.

J'ai donc décidé d'aller y voir de plus près. Je présente ici quelques aspects du livre liés à celui qui m'intéresse. J'avoue que le style de Bell n'est pas tout à fait mon idéal littéraire, mais ça ne m'a pas empêchée, comme on le verra, d'apprécier, voire d'admirer, ses procédés.

Dans ce chapitre, je présente les sept pages consacrées par Bell à Sophie et Weierstraß, mais auparavant, pour familiariser les lecteurs avec le style et les opinions de Bell, je feuillette le livre en partant des noms de femmes mentionnés dans son index.

C'est moi qui traduis, parce que la traduction française d'Ami Gandillon [Bell 1939] publiée par Payot en 1939 est parfois un peu édulcorée, comme son titre *Les grands mathématiciens* et l'inversion des titres et sous-titres des chapitres le laissent deviner (la traduction ne comporte d'ailleurs pas d'index). Tous les passages indentés ou entre guillemets non attribués dans ce chapitre sont (mes traductions de textes) dus à Bell.

Les femmes à l'index

Il n'est pas tout à fait vrai que Sophie soit la seule femme de ce livre. Cherchons les autres. L'index de *Men of mathematics* [Bell 1937] nous présente une bonne partie des (mais pas toutes les) femmes qui apparaissent dans le corps du texte. Voici la liste alphabétique de ces femmes. La plupart sont des mères, sœurs ou épouses de mathématiciens (certaines sont en même temps des filles d'hommes remarquables). Quelques-unes sont des écrivaines amies ou appréciées de nos « hommes des mathématiques ». Certaines sont des élèves de ces hommes. L'une a fait une œuvre innovante de mathématicienne mais ce n'est pas mentionné. D'autres sont des femmes de pouvoir. La sorcière d'Agnesi n'est pas là du tout... Hypathie, Émilie du Châtelet, Mary Fairfax Somerville⁽¹⁾, Ada Byron Lovelace, pourtant la fille de Byron, ce qui aurait pu inspirer Bell, Grace Chisholm Young non plus.

Il est assez instructif, si l'on veut se faire une idée de ce que Bell est capable d'écrire, de parcourir cette liste.

– Antoinette, Marie (*sic*, Bell semble penser que Marie était le prénom de la reine Marie-Antoinette et Antoinette son nom de famille) est nommée à propos de Lagrange, qui serait devenu

⁽¹⁾De même qu'Émilie du Châtelet a traduit Newton en français, Mary Somerville a traduit Laplace en anglais.

un de ses favoris après avoir été invité par Louis XVI à participer à l'Académie des sciences.

– Austen, Jane, l'écrivain préféré de Cayley, quand même après (on respire) Walter Scott.

– Boole, Mary Everett, qui, après avoir été la fille du professeur de grec de Queen's College, a épousé Boole et est « devenue sa disciple dévouée ». Une mathématicienne, alors ?

– Brochard, Jeanne, mère de Descartes.

– Cantor, Marie Bohm, mère de Cantor.

– Catherine I^{ère}, qui apparaît dans le chapitre *Analysis Incarnate* consacré à Euler. Il s'agit de la veuve de Pierre le Grand, qui régna deux ans (après la mort de son époux), pendant lesquels elle eut le temps de fonder l'Académie des sciences. Une première (par ordre alphabétique) indication du sérieux de Bell : Catherine I^{ère} apparaît dans son livre sous le nom de « la Grande Catherine » (*Catherine the Great*, en français ou en anglais le nom de Catherine II, qui régnera sur la Russie un peu plus tard).

Une inexactitude qui lui permet quelques effets de style, alors pourquoi résister ? Catherine la Grande louée à l'égal du non moins grand Frédéric le Grand (Frédéric II) pour sa largesse d'esprit et sa libéralité, et (ragot superflu) la Grande Catherine a été la maîtresse de Pierre le Grand avant d'être sa femme (la Grandeur du lit utilisé n'est pas précisée). Ami Gandillon a corrigé et traduit *Catherine the Great* par Catherine I^{ère}.

– Christine, reine de Suède, joue un pittoresque second rôle dans *Gentleman, soldier, and Mathematician* (sous ces qualificatifs, on a peut-être reconnu Descartes). Les légendes, les ragots et les médisances ont dissimulé la vérité historique sur cette femme exceptionnelle... dont le principal défaut était d'occuper un poste de pouvoir (dans l'histoire de France, le cas de la reine Catherine de Médicis est un peu analogue). Admirons la façon courageuse dont Bell se déchaîne.

Cette jeune femme quelque peu masculine avait alors dix-neuf ans, c'était déjà une souveraine capable [...] une athlète nerveuse à l'endurance physique satanique, une chasseuse impitoyable, une cavalière accomplie qui pouvait rester dix heures en selle, et finalement un rude morceau de femme aussi endurci au froid qu'un bûcheron suédois. À tout ceci ajoutant une stupidité épaisse envers la fragilité d'être à la peau moins dure. Ses propres repas étaient frugaux, de même que ceux de



Christine de Suède (1626–1689)

ses courtisans. Comme une grenouille en hibernation, elle pouvait rester assise des heures dans une bibliothèque sans chauffage au plus fort d'un hiver suédois [...] Son gouvernement, remarquait-elle sans le moindre scrupule, était toujours du même avis qu'elle. Elle savait tout ce qu'il y avait à savoir ; ses ministres et précepteurs le lui avaient dit. [...] Au moment où cette sainte terreur prit connaissance de la philosophie de Descartes, elle décida que le pauvre diable endormi devait devenir son professeur privé [...].

Disons tout de suite que ce pauvre diable de Descartes accepta (sans enthousiasme) et qu'il mourut peu après, le 11 février 1650, lui aussi à Stockholm, lui aussi d'une pneumonie.

Mais revenons à Christine. Épaisse et stupide, elle ne comprend rien, même en grec où elle se bat avec des puérilités grammaticales que Descartes avait maîtrisées lorsqu'il était encore un petit garçon, je vous passe le reste. Elle réapparaît dans *Greatness and misery of man*, chapitre dont le héros, Pascal, ébloui par sa brillance transcendante, lui offre sa machine à calculer. L'incorrigible Bell commente « Ce que Christine fit de la machine, on ne le sait pas. »

- Dedekind, Julie, sœur de Dedekind.
- De Long, Claire, mère de Fermat.
- De Long, Louise, femme de Fermat.
- Edgeworth, Maria, romancière didactique et amie du mathématicien irlandais Hamilton.
- Elisabeth, princesse, disciple préférée de Descartes. Il s'agit d'une princesse de Bohême, exilée aux Pays-Bas, avec laquelle Descartes entretiendra une longue correspondance.

Officiellement il déclara « de tous mes disciples, elle seule a complètement compris mes œuvres ». Il n'y a aucun doute qu'il l'aimait beaucoup, d'une manière paternelle, comme un chien-regardant-une-parente-de-roi, mais croire qu'il pensait vraiment ce qu'il disait serait pousser la crédulité à ses limites [...]

ce que nous ne ferons donc pas. Descartes lui a enseigné la géométrie analytique. Elle a résolu « par la méthode de Descartes » un problème de géométrie élémentaire consistant à construire un cercle tangent à trois cercles donnés, problème auquel cette méthode n'est pas forcément la mieux adaptée. « Elle était très fière de son exploit, pauvre fille », c'est notre Bell qui parle, *poor*

girl, écrit-il, quant à Descartes, qui l'avait laissé faire, il aurait refusé de lire la (trop longue) démonstration en suivant laquelle il aurait mis un mois à construire le cercle désiré (il y en a huit en général) et ça montre le peu d'estime que Descartes avait pour les capacités mathématiques de la « pauvre fille ».

– Euler, Catharina Gsell, fille du peintre Gsell et femme d'Euler.

– Euler, Marguerite Brucker, mère d'Euler.

– Galois, Adélaïde-Marie Demante, mère de Galois et son professeur jusqu'à ce qu'il ait atteint l'âge de douze ans.

– Gauß, Dorothea Benz, mère de Gauß.

– Gauß, Johanne Osthof, première femme de Gauß.

– Gauß, Minna Waldeck, deuxième femme de Gauß.

– Germain, Sophie, mathématicienne mentionnée comme les trois précédentes dans le chapitre sur Gauß, la romanesque (mais véridique) histoire de Sophie Germain se dissimulant sous le nom de Monsieur Leblanc est bien entendue rapportée, mais ce n'est pas notre sujet. Notons plutôt l'allusion à une autre Sophie, la « nôtre » (p. 261, traduit par moi) :

Elle et Gauß ne se rencontrèrent jamais, et elle mourut (à Paris) avant que l'université de Göttingen ne puisse lui conférer le grade de docteur honoraire pour lequel Gauß l'avait recommandée à la faculté. Par une curieuse coïncidence nous verrons la femme mathématicienne la plus célèbre du dix-neuvième siècle, une autre Sophie, obtenir son doctorat de la même université libérale plusieurs années après que Berlin l'a refusée à cause de son sexe. Sophie semble un nom qui porte chance aux femmes en mathématiques — au moins si elles se trouvent des directeurs aux idées larges.

– Hamilton, Eliza, sœur de Hamilton.

– Hamilton, Sarah Hutton, mère de Hamilton, qui tenait probablement d'elle son « extraordinaire brillance intellectuelle », puisque sa famille à elle était renommée pour ses cerveaux.

– Kowalewski, Sonja.

– Lagrange, Marie-Thérèse Gros, fille d'un physicien fortuné et mère de Lagrange.

– Lobatchewsky, Praskovia, mère de Lobatchewsky.

– Newton, Hannah Ayscough, mère de Newton.

– Nightingale, Florence, apparaît dans le chapitre *Invariant twins* consacré à Cayley et Sylvester. Ce dernier, actuaire dans



Sophie Germain (1776–1831)

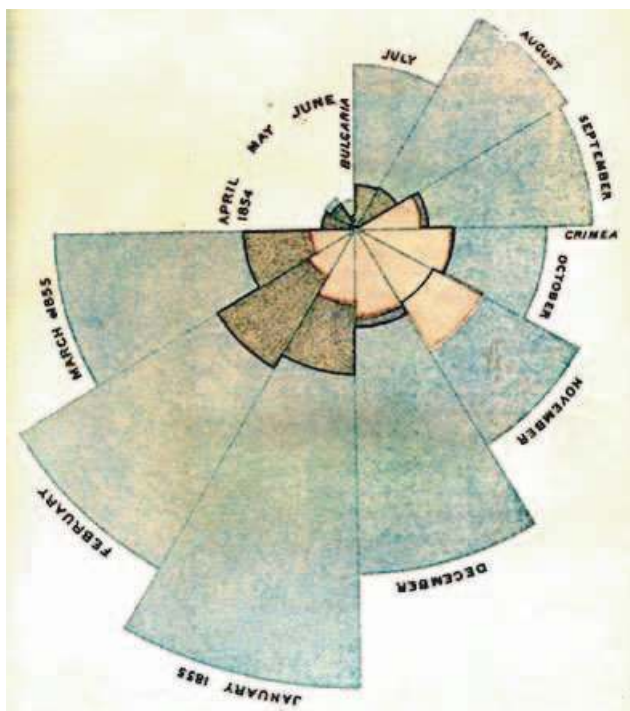


Florence Nightingale
(1820–1910)

une compagnie d'assurance, avait gardé comme seule activité mathématique les leçons particulières qu'il donnait à quelques élèves dont l'un-e

devait laisser un nom aujourd'hui connu et révérendé dans le monde entier. C'était au début des années 1850 à l'époque où les jeunes femmes n'étaient pas supposées penser à grand chose d'autre qu'à la peinture et aux œuvres pieuses. Il est donc assez étonnant que la meilleure élève de Sylvester ait été une jeune femme, Florence Nightingale, le premier être humain à apporter un peu de décence et de propreté dans les hôpitaux militaires [...] Sylvester avait trente ans, Miss Nightingale était de six ans sa cadette. Il s'évada de cette façon de gagner sa vie la même année (1854) que Miss Nightingale partit pour la guerre de Crimée.

Bizarrement (?) la phrase suivante commence par « Avant ça, il avait fait un autre faux pas [...] ». Nous retrouverons Sylvester au chapitre XI.



Les lecteurs de Bell ne sauront pas qu'en plus d'avoir été l'infirmière courageuse et dévouée que même Bell est capable d'admirer, Florence Nightingale a aussi été une mathématicienne,

qu'elle a innové dans l'utilisation des techniques d'analyse statistique, développant les diagrammes « aire-polaires » (ancêtres de nos « camemberts ») pour mettre en évidence les morts inutiles causées par les conditions sanitaires déplorables et les réformes nécessaires. La figure ci-contre montre un de ses diagrammes, dans lequel les parties extérieures (en bleu-vert) des secteurs représentent le nombre de jeunes gens morts dans les hôpitaux militaires d'une autre cause que leurs blessures, pendant la guerre de Crimée.

Elle fut une des premières à montrer qu'un phénomène social pouvait être mesuré et soumis à une analyse mathématique.

– Noether, Emmy, n'apparaît que dans une note en bas de page à propos de Sophie Germain, elle-même citée je l'ai dit dans le chapitre sur le *Prince des mathématiciens*, et de l'université de Göttingen qui, après avoir failli donner un doctorat honoraire à Sophie Germain en 1831, après en avoir donné un authentique à Sophie en 1874, a été l'*alma mater* d'Emmy Noether avant que la politique antisémite de l'Allemagne nazie n'expulse

Fraülein Noether [...], l'algébriste abstraite la plus créative du monde [...] Göttingen avait perdu la libéralité⁽²⁾ chérie par Gauß.

N'exagérons rien, Göttingen n'a jamais donné de poste permanent à Fraülein Noether, ça, c'est le collège américain pour jeunes filles de Bryn Mawr qui l'a fait.

- Pascal, Antoinette Bégonie, mère de Pascal.
- Pascal, Gilberte, sœur de Pascal.
- Pascal, Jacqueline, sœur de Pascal.
- Sophie de Brandenburg, électrice, parente de la princesse Elisabeth et élève de Leibniz.
- Storey, Miss, fiancée de Newton.

Maître et élève

Maintenant que le décor est dressé, venons-en au chapitre sur « Weierstrass and Sonja Kowalewski », chapitre qui s'intitule *Master and pupil*. Bizarrement, les femmes nommées dans ce chapitre, sa mère Theodora Forst, ses sœurs Klara et Elise



Emmy Noether

Si, à cause de son anonymat, elle n'apparaît pas non plus dans l'index du livre, Bell ne manque pas de mentionner dans le corps de l'ouvrage la célèbre « infâme coquette », responsable de la mort de Galois, dont on ne s'étonnera pas qu'il la qualifie de prostituée, encore une rumeur dans la propagation de laquelle il porte une part de responsabilité, encore une rumeur sans fondement (voir [Rothman 1982]).

⁽²⁾ Sur le démantèlement des mathématiques à Göttingen par le régime nazi, voir l'article de Norbert Schappacher [1993].

Weierstraß, avec lesquelles Weierstraß a vécu toute sa vie, n'apparaissent pas dans l'index. Celui-ci ne contient donc pas une liste exhaustive des femmes du livre.

Voici la partie du texte dans laquelle Sophie apparaît (sept pages). Ayant lu attentivement ce texte et l'article de Mittag-Leffler [1923], il me semble clair que celui-ci, dont nous avons déjà rencontré plusieurs extraits, est la source principale de celui-là. L'article [Mittag-Leffler 1923], nous l'avons vu, est écrit en français, sauf que les lettres de Weierstraß y sont citées dans leur texte original allemand. J'ai donc utilisé pour cette traduction les phrases de Mittag-Leffler lui-même quand il était clair que Bell les avait tout simplement copiées et traduites. Je cite le texte, j'interromps la citation pour des commentaires.

Les années (1864-97) de la carrière de Weierstrass comme professeur de mathématiques à Berlin ont été pleines de relations scientifiques et humaines pour cet homme qui était reconnu comme le plus grand analyste du monde. Une de ces relations demande plus qu'une référence en passant qui pourrait suffire dans une biographie purement scientifique de Weierstrass : son amitié avec son élève préférée, Sonja (ou Sophie) Kowalewski.

Autrement dit, si on ne parlait que de science, on ne parlerait pas de Sophie ?

Le nom de jeune fille de Madame Kowalewski était Sonja Corvin-Kroukowsky ; elle était née à Moscou, Russie, le 15 janvier 1850 et elle mourut à Stockholm, Suède, le 10 février 1891, six ans avant Weierstrass.

C'est à quinze ans que Sonja commença à étudier les mathématiques. À dix-huit ans, elle avait fait des progrès si rapides qu'elle était amoureuse du sujet et désireuse de se livrer à un travail plus avancé. Comme elle venait d'une famille aristocratique et fortunée, elle fut autorisée à aller faire des études à l'étranger et s'inscrivit à l'université de Heidelberg.

Les convictions politiques, le mariage blanc, la façon dont on s'inscrivait à Heidelberg quand on était une femme ?

Cette jeune fille très douée (*highly gifted girl*), non seulement est devenue la première femme mathématicienne des temps modernes, mais s'est aussi fait connaître comme dirigeante du mouvement pour l'émancipation des femmes, en particulier sur la question séculaire de leur difficulté à accéder à l'enseignement supérieur.

Elle était, au surplus, un écrivain brillant. Quand elle était petite, elle avait longuement hésité entre les carrières

de mathématicienne et d'écrivain. Après avoir terminé son travail mathématique le plus important (le mémoire qui reçut le prix mentionné plus loin), elle se tourna vers la littérature à titre de délassément et écrivit les souvenirs de son enfance en Russie sous la forme d'un roman (publié d'abord en suédois et en danois). De ce travail, on a dit que « les critiques littéraires en Russie et en Scandinavie furent unanimes à déclarer que Sonja Kowalewski avait égalé les meilleurs écrivains de la littérature russe tant pour le style que pour la pensée. » Malheureusement, ce début prometteur fut stoppé par sa mort prématurée et seuls des fragments d'autres travaux littéraires subsistent. Son unique roman a été traduit dans de nombreuses langues.

Je suis certaine que Bell n'aurait pas utilisé le mot « écrivaine » s'il avait écrit en français et aujourd'hui. On verra qu'il n'écrira pas non plus que Sophie était une mathématicienne brillante (ni même qu'elle était un mathématicien brillant, comme l'aurait fait Mittag-Leffler). Je ne sais pas quelle est la « carrière » de mathématicienne à laquelle pouvait rêver la petite Sophie. Peut-être eût-il mieux valu traduire la phrase de Bell par « entre les mathématiques et la carrière littéraire ». Ami Gandillon dit « elle avait hésité longuement entre les mathématiques et la littérature ». Il est bien question de carrière, *career* dans le texte original. Enfin nous savons que Sophie a écrit un autre roman, mais Bell pouvait très bien ne pas le savoir, c'était un mathématicien et [Kovalevskaja 2004] n'était pas encore traduit. Reprenons.

Bien que Weierstrass ne se soit jamais marié, ce n'était pas un célibataire qui paniquait et tournait les talons lorsque se présentait une jolie femme. Sonja, d'après des juges compétents qui l'ont connue, était extrêmement bien faite. Nous devons d'abord raconter comment elle et Weierstrass se sont rencontrés.

Weierstrass prenait d'habitude ses vacances d'été d'une manière tout à fait humaine. La guerre franco-prussienne l'obligea, pendant l'été 1870, à renoncer à ses vacances habituelles et à rester à Berlin, donnant un cours sur les fonctions elliptiques. À cause de la guerre, les auditeurs de ce cours étaient au nombre de vingt alors que deux ans auparavant ils étaient cinquante. Depuis l'automne 1869, Sonja Kowalewski, qui était alors une éblouissante jeune femme de dix-neuf ans, étudiait les fonctions elliptiques avec Leo Königsberger (né en 1837) à l'université de Heidelberg, où elle suivait aussi les cours de physique de Kirchhoff et Helmholtz et où elle avait fait la connaissance de Bunsen,

Je n'ai pas réussi à savoir qui était cet Ami Gandillon. Je me suis convaincue que le prénom rare était masculin. Les éditions Payot, consultées, m'ont dit n'avoir aucune information sur ce traducteur dans leurs archives. Un puissant moteur de recherche m'a suggéré que cet Ami était peut-être genevois, ce qui rappelle que les éditions Payot étaient lausannoises, qu'il avait peut-être été membre de l'Internationale, peut-être avant d'émigrer aux États-Unis en 1911, via Ellis Island, marié et âgé de quarante-six ans — ce qui lui aurait fait un peu plus de soixantedix ans au moment de la traduction de Bell. Peut-être aussi, simplement, un jeune homme qui travaille à cette traduction, publiée en 1939 et qui disparaît ensuite dans la tourmente.

le célèbre chimiste, dans des circonstances assez amusantes — racontées plus bas. Königsberger, un des premiers élèves de Weierstrass, faisait une publicité de première classe à son maître. Sonja, gagnée par l'enthousiasme de son professeur, décida d'aller bénéficier de l'enseignement et des lumières du maître lui-même.

La situation des femmes étudiantes non mariées était, dans les années 1870, un peu délicate. Pour éviter les commérages, Sonja avait contracté à l'âge de dix-huit ans ce qui devait être un mariage nominal, laissé son mari en Russie et était partie pour l'Allemagne. Sa seule indélicatesse, dans ses rapports avec Weierstrass fut d'omettre de l'informer dès le début qu'elle était mariée.

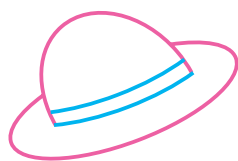
Nous savons, Weierstraß savait, et nous savons que Weierstraß savait, que Sophie était mariée, son mari était d'ailleurs parti avec elle pour l'Allemagne. Ce qu'elle n'avait pas dit à Weierstraß lorsqu'elle a commencé à travailler avec lui, et pour quoi l'aurait-elle fait, c'est que ce mariage était « fictif ». Ici commence le vrai « roman ». Bell, tout en évitant sobrement l'image de la science coulant des lèvres du maître jusqu'à l'élève assise à ses pieds (voir la citation de Mittag-Leffler page 44) va se surpasser. Attention au style !

Ayant décidé de suivre les leçons du maître lui-même, Sonja prit son courage à deux mains et alla voir Weierstrass à Berlin. Elle avait vingt ans, était très sérieuse, très passionnée et très déterminée ; il avait cinquante-cinq ans, était très reconnaissant de ce que Gudermann l'ait aidé à devenir mathématicien en le prenant comme étudiant, et éprouvait une compréhension pleine de sympathie pour les ambitions de la jeunesse.

Le pathos de « Elle avait vingt ans [...] ; il avait cinquante-cinq ans [...] » est détruit dans la traduction d'Ami Gandillon qui dit « [...] ; le professeur avait cinquante-cinq ans ».

Pour cacher son agitation, Sonja portait un grand chapeau informe, « pour que Weierstrass ne vît rien de ces yeux merveilleux à l'éloquence desquels nul, quand elle le voulut, n'a pu résister. »

Les citations ne sont pas attribuées dans le texte, il s'agit bien sûr ici d'une phrase de Mittag-Leffler [1923]. Traduction de traduction, elle devient, sous la plume de Marie-Louise Dubreil-Jacotin [1948, p. 263] : « de sorte que Weierstrass ne vit rien de ses yeux merveilleux à l'éloquence desquels rien ne pouvait résister quand elle voulait obtenir quelque chose. » Suite du roman.



Deux ou trois ans plus tard, au cours d'une visite à Heidelberg, Weierstrass apprit de Bunsen — un célibataire grincheux — que Sonja était « une femme dangereuse ». Weierstrass s'amusa immensément de la terreur de son ami, qui ne savait pas en ce temps-là que Sonja recevait fréquemment des leçons particulières de Weierstrass depuis plus de deux ans.

Le pauvre Bunsen fondait son appréciation de Sonja sur une amère expérience personnelle. Il avait proclamé pendant des années qu'aucune femme, et surtout aucune femme russe, ne serait autorisée à profaner le sanctuaire masculin qu'était son laboratoire. Une des amies russes de Sonja, désirant ardemment étudier la chimie dans le laboratoire de Bunsen et ayant été refusée, demanda à Sonja d'utiliser ses pouvoirs de persuasion sur le chimiste hargneux. Laissant son chapeau à la maison, Sonja alla trouver Bunsen. Il fut assez séduit pour accepter l'amie de Sonja dans son laboratoire. Après son départ, il réalisa ce qu'elle lui avait fait. « Et maintenant, *cette femme* m'a fait avaler mes propres mots », se plaignit-il à Weierstrass.

Ami Gandillon qui décidément n'avait pas l'air d'apprécier le texte originel, n'a pas osé traduire *Poor Bunsen*. Mais nous, nous compatissons avec ce pauvre Bunsen.

Et nous nous ébahissons de la figuration intelligente jouée par le chapeau. Revenons au roman principal.

Le sérieux évident de Sonja avait favorablement impressionné Weierstrass dès leur première rencontre et il écrivit à Königsberger pour s'enquérir de ses aptitudes mathématiques. Il lui demanda aussi « si la personnalité de la dame offrait les garanties nécessaires. »

Nous savons, mais peut-être Bell ne le savait-il pas, qu'il donna aussi des problèmes à résoudre à « Sonja » et fut impressionné par les solutions qu'elle lui apporta.

Ayant reçu une réponse enthousiaste, Weierstrass essaya d'obtenir du haut consistoire⁽³⁾ de l'université l'autorisation d'admettre Sonja à ses cours. Après un refus catégorique, il décida de s'occuper d'elle sur son temps libre. Il consacrait ses dimanches après-midis à enseigner à Sonja chez lui, et une fois par semaine, il lui rendait sa visite. Après les quelques premières leçons, Sonja perdit son chapeau.

Genèse d'une rumeur :

Premier acte, 1869, Sophie convainc Bunsen d'accepter Julia Lermontova.

Deuxième acte. Cinq ans plus tard, il s'en plaint à Weierstraß (le « deux ou trois ans » vient de [Mittag-Leffler 1923] et est une erreur, la lettre de Weierstraß date du 21 septembre 1874, après les thèses de Sophie et de Julia).

Troisième acte. Celui-ci, qui est très ami avec les deux jeunes femmes, trouve ça amusant et raconte à Sophie dans une lettre ce que Bunsen lui a dit, voir l'histoire racontée page 43.

Et les lettres de Weierstraß restent...

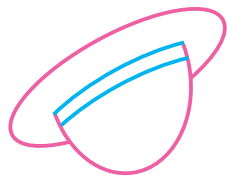
Quatrième acte. Gösta cite (innocemment je crois) la phrase sur la « femme dangereuse » dans [Mittag-Leffler 1923] pour appuyer son appréciation du pouvoir des yeux de Sophie.

Bell s'en saisit...

Marie-Louise Dubreil-Jacotin n'a rien fait pour enrayer la rumeur : la phrase sur les yeux irrésistibles est immédiatement suivie dans son article de :

« Weierstrass fut séduit quand même. »

⁽³⁾ J'ai choisi ce mot parce que c'est celui que Mittag-Leffler [1923] utilise (voir ici page 46). L'anglais dit *senate*, le français « conseil » m'a semblé anachronique.



C'est le moment que je préfère. Celui où elle « perd » son chapeau. Il y a bien écrit *Sonja lost her hat*, mais Ami Gandillon a préféré « Sonia avait supprimé son chapeau », quel dommage !

Les leçons commencées à l'automne 1870 durèrent, avec de courtes interruptions pour des vacances ou des maladies, jusqu'à l'automne 1874. Quand, pour une raison ou une autre, les amis ne pouvaient pas se voir, ils s'écrivaient. Après la mort de Sonja en 1891, Weierstrass brûla toutes les lettres qu'elle lui avait écrites, avec beaucoup d'autres lettres et aussi plus d'un manuscrit mathématique.

La phrase sur les lettres brûlées est copiée dans [Mittag-Leffler 1923].

La correspondance entre Weierstrass et sa charmante jeune amie est chaleureuse, même quand la plus grande partie de la lettre est consacrée aux mathématiques. L'essentiel de la correspondance avait certainement une importance scientifique considérable, mais malheureusement Sonja était une femme très désordonnée quand il s'agissait de papiers et la plupart de ce qu'elle a laissé est fragmentaire ou désespérément confus.

Weierstrass lui-même n'était pas un modèle dans ce domaine. Il prêtait ses manuscrits non publiés, sans en garder trace, à droite ou à gauche à ses élèves qui ne rendaient pas toujours ce qu'ils avaient emprunté. Certains d'entre eux remaniaient et pillaient effrontément des parties du travail de leur professeur, et publiaient les résultats pour leur compte. Bien que Weierstrass se plaigne de ces pratiques outrageuses dans des lettres à Sonja, il est moins malheureux de ces petits chapardages de ses idées que de leur présence dans des mains incompetentes et des dommages qui en résultent pour les mathématiques.

Il n'est pas évident que Weierstrass ait été aussi « désintéressé », il semble au contraire qu'il se soit plaint assez souvent de ne pas être assez cité.

Sonja ne s'abaissa naturellement jamais à ce genre de pratique, mais d'un autre point de vue, elle n'est pas exempte de tout reproche. Weierstrass lui envoya un de ses travaux non publiés dont il faisait grand cas et ce fut la dernière fois qu'il le vit. Apparemment, elle l'égara, puisqu'elle élude discrètement le sujet — d'après ses lettres à lui — lorsqu'il le mentionne.

Pour compenser cette négligence, Sonja fit de son mieux pour amener Weierstrass à faire un peu plus attention au reste de son œuvre non publiée. Il avait l'habitude, au cours de ses fréquents voyages, d'emporter une grande

caisse en bois blanc dans laquelle il mettait toutes ses notes de travail et des versions d'articles qu'il ne trouvait pas encore parfaites. Il retravaillait une théorie plusieurs fois avant de trouver la meilleure façon, la façon « naturelle », de la développer. En conséquence, il publiait lentement et ne faisait paraître un travail portant son nom que lorsqu'il avait épuisé le sujet d'un point de vue cohérent. On dit que plusieurs de ces projets mal équarris avaient été confiés à la caisse mystérieuse. En 1880, alors que Weierstrass partait en vacances, la caisse se perdit. On n'en a plus entendu parler depuis.

Les manuscrits perdus et la caisse en bois blanc sortent de [Mittag-Leffler 1923], un peu transformés par Bell.

Après avoir obtenu son doctorat *in absentia* en 1874 à Göttingen, Sonja rentra en Russie pour se reposer car elle était épuisée par la tension nerveuse et le travail.

Ce qu'elle avait fait pour son doctorat, nous ne le saurons pas (voir le chapitre IV). Nous ne saurons d'ailleurs pas grand chose de son travail.

Sa renommée l'avait précédée et elle se « reposa » en se plongeant dans les futilités fiévreuses de la vie mondaine à Saint-Petersbourg pendant que Weierstrass, de retour à Berlin, envoyait des câbles à travers toute l'Europe pour essayer de trouver un poste digne de ses talents à son élève préférée. La vanité de ces efforts le dégoûta de l'étroitesse de l'esprit académique orthodoxe.

En octobre 1875, Weierstrass apprit de Sonja la mort de son père. Il semble qu'elle ne répondit jamais à ses tendres condoléances

en anglais *tender condolences*, ce qui ne veut pas tout à fait dire « affectueuses condoléances » comme on le lit dans la traduction d'Ami Gandillon

et, pour près de trois ans, elle sortit complètement de sa vie. En août 1878, il lui écrit pour lui demander si elle a reçu une lettre qu'il a envoyée depuis si longtemps qu'il ne se souvient pas de la date. « N'as-tu pas reçu ma lettre ? Qu'est-ce qui t'empêche de te confier librement à moi, ton meilleur ami comme tu m'appelais si souvent, comme tu le faisais ? C'est une énigme dont toi seule peux donner la solution... »

Je suis en train de traduire de l'anglais une lettre que Bell ou quelqu'un d'autre a déjà traduite de l'allemand. Nous savons que Weierstraß tutoyait Sophie, puisque nous connaissons ses lettres, par [Mittag-Leffler 1923] et par [Bölling 1993], et nous savons que Sophie tutoyait Weierstraß, « Du », « Deine Sonia »,

Dans ses toutes premières lettres, Weierstraß s'adresse à Sophie de façon très formelle « *verehrte Frau* » et bien sûr la vouvoie... et ceci pendant deux ans. Le 26 octobre 1872 ([Bölling 1993, lettre 8]), il l'appelle « Ma chère Sophie (*Meine theuere Sophie*) », c'est la lettre écrite juste après qu'elle lui a appris que son mariage était fictif, celle que j'ai citée page 71. Il commence à la tutoyer dans la lettre du 4 novembre 1872 ([Bölling 1993, lettre 9]). Ce tutoiement tardif est peu compatible avec l'insinuation contenue dans la perte du chapeau.

grâce à la lettre retrouvée (voir ici pages 63 sqq et [Bölling 1992 ; 1993]), mais Ami Gandillon ne le savait sans doute pas.

Dans la même lettre, Weierstrass lui demande assez pathétiquement d'infirmer la rumeur selon laquelle elle a abandonné les mathématiques : Tchebycheff, un mathématicien russe, avait essayé de voir Weierstrass un jour où il était sorti mais avait dit à Borchardt que Sonja était « devenue mondaine », ce qu'elle était en effet. « Envoia ta lettre à l'ancienne adresse à Berlin, conclut-il, on me la fera suivre. »

L'ingratitude de l'homme pour l'homme est un thème familier ; Sonja était en train de démontrer ce qu'une femme peut faire dans ce domaine quand elle s'applique. Elle attendit deux ans pour répondre à la lettre de son vieil ami, alors qu'elle savait qu'il était malheureux et en mauvaise santé.

La réponse, quand elle arriva, était plutôt décevante. Le sexe de Sonja avait pris le dessus sur son ambition et elle vivait heureuse avec son mari. Sa malchance était d'être le point de mire des flatteries et de l'émerveillement imbécile d'une société superficielle et brillante d'artistes, de journalistes et de littérateurs amateurs qui jacassaient sans trêve sur son génie insurpassable. Les éloges superficiels l'échauffaient et l'excitaient. Eût-elle fréquenté la société de ses pairs en intelligence qu'elle eût pu mener une vie normale et garder son enthousiasme. Et qu'elle n'eût pas été tentée de traiter aussi mesquinement l'homme qui avait formé son esprit.

Nous savons que cette période a été la plus malheureuse de la vie de Sophie. Qu'elle et Vladimir étaient rentrés en Russie en espérant trouver des situations correspondant à leurs compétences.

En octobre 1878, la fille de Sonja, « Foulie » était née.

Le repos forcé imposé par l'arrivée de Foulie réveilla une nouvelle fois chez la jeune mère l'intérêt un peu assoupi pour les mathématiques, et elle écrivit à Weierstrass pour lui demander un conseil technique. Il répondit qu'il devait regarder la littérature avant de donner un avis. Bien qu'elle l'eût négligé, il était toujours prêt à lui dispenser ses encouragements. Son seul regret (disait-il dans une lettre d'octobre 1880) était que le long silence de Sonja l'eût privé de la possibilité de l'aider. « Mais je n'aime pas revenir trop sur le passé — alors ayons l'avenir devant les yeux. »

Les difficultés matérielles amenèrent Sonja à la vérité. Elle était une mathématicienne née et ne pouvait pas plus

se tenir éloignée des mathématiques qu'un canard de l'eau. Alors en octobre 1880 (elle avait trente ans), elle écrivit à Weierstrass en le priant de la conseiller à nouveau. Sans attendre sa réponse, elle fit ses bagages et quitta Moscou pour Berlin. Cette réponse, si elle l'avait reçue, l'aurait peut-être incitée à rester où elle était. Malgré cela, quand, bouleversée, Sonja arriva inopinément, il passa une journée entière à surmonter les difficultés avec elle. Il doit lui avoir donné de bons conseils, puisque lorsqu'elle rentra à Moscou, elle revint à ses mathématiques avec tant d'acharnement que les joyeux amis et les parasites stupides ne la reconnaissaient plus. À la suggestion de Weierstrass, elle avait attaqué le problème de la propagation de la lumière dans un milieu cristallin.

En 1882, la correspondance subit deux nouveaux virages dont l'un présente un intérêt pour les mathématiques. L'autre est l'opinion affirmée de Weierstrass selon laquelle Sonja et son mari ne peuvent s'entendre, ce dernier n'étant pas capable d'apprécier les mérites intellectuels de Sonja à leur juste valeur. La question mathématique concerne Poincaré, alors au début de sa carrière. Avec son instinct très sûr pour reconnaître les jeunes talents, Weierstrass salue Poincaré comme un homme d'avenir et espère qu'il vaincra sa tendance à publier trop vite et laissera ses recherches mûrir sans les éparpiller dans un champ trop vaste. « Publier un article de quelque mérite toutes les semaines — c'est impossible », remarqua-t-il en faisant allusion au déluge d'articles de Poincaré.

Les problèmes domestiques de Sonja se résolurent d'eux-mêmes par la mort subite de son mari en mars 1883. Elle était à Paris, lui à Moscou. Le choc la prostra. Pendant quatre jours elle s'enferma, seule, refusant toute nourriture, perdit connaissance le cinquième jour et le sixième reprit ses sens, demanda du papier et un crayon et couvrit le papier de formules mathématiques. À l'automne elle était redevenue elle-même, participant à un congrès scientifique à Odessa.

De quels problèmes domestiques s'agit-il ? Bell nous a pourtant dit que son mariage était heureux. Même si Weierstrass pensait qu'il ne devait pas l'être. Et que faisait donc Sophie à Paris ? Comment et pourquoi Vladimir est-il mort ? Nous ne le saurons pas non plus. Jusqu'à maintenant, Sophie était nommée « Sonja ». Le statut de veuve la rend respectable et elle devient « Madame (en français dans le texte) Kowalewski ».

Grâce à Mittag-Leffler, Madame Kowalewski obtint enfin un poste qui lui fit justice ; à l'automne de 1884, elle



Henri Poincaré (1854–1912)

fut admise à donner un cours à l'université de Stockholm, où elle serait nommée (en 1889) comme professeur à vie.

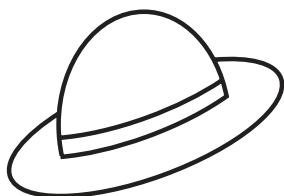
une petite erreur de dates

Un peu plus tard, elle subit une leçon ennuyeuse lorsque le jeune mathématicien italien Vito Volterra mit en évidence une sérieuse erreur dans son travail sur la réfraction de la lumière dans un milieu cristallin.

La « pauvre » Sophie (comme dirait Bell) ne devait jamais recevoir cette leçon, puisqu'elle était déjà morte lorsque Volterra releva cette erreur.

L'erreur avait échappé à Weierstrass qui était en ce temps-là tellement submergé de devoirs officiels qu'il avait tout juste le « temps de manger, de boire et de dormir... En bref, disait-il, je suis ce que les médecins appellent un cerveau usé. » Il avait alors presque soixante-dix ans. Mais malgré l'aggravation de ses maladies physiques, son intelligence était toujours aussi puissante.

Le premier travail de Sophie dont il est question dans le livre de Bell est donc un article faux. Et il est faux parce que, celui-là, Weierstrass n'a pas eu le temps de le vérifier.



Le soixante-dixième anniversaire du maître lui valut des honneurs officiels et une réunion de ses disciples et anciens élèves venus de toute l'Europe. Après cela, il donna moins souvent des conférences publiques et pendant dix ans reçut quelques-uns de ses étudiants dans sa propre maison.

Bell ne nous dit pas si ces heureux jeunes gens perdaient leurs chapeaux après quelques visites.

Quand ils voyaient qu'il était fatigué, ils évitaient les sujets mathématiques et parlaient d'autre chose, ou écoutaient sérieusement le vieil homme sociable se souvenir de ses frasques d'étudiant et des mornes années de son isolement loin de ses amis scientifiques. Son quatre-vingtième anniversaire fut fêté par un jubilé encore plus impressionnant que le soixante-dixième et il devint d'une certaine façon un héros national du peuple allemand.

Un des plus grands bonheurs ressentis par Weierstrass dans ses dernières années fut la reconnaissance finalement obtenue par son élève préférée. La veille de Noël 1888, Sonja reçut en personne le prix Bordin de l'Académie des sciences française pour son mémoire *Sur le problème de la rotation d'un solide autour d'un point fixe*.

Comme c'est la règle dans la compétition pour ce genre de prix, le mémoire était anonyme (le nom de l'auteur figurant dans une enveloppe scellée portant à l'extérieur la

même devise que celle figurant sur le mémoire, cette enveloppe n'étant ouverte que si le mémoire remporte le prix), de sorte qu'il n'y ait aucune possibilité pour un rival jaloux de soupçonner une influence incorrecte. De l'opinion des juges, les mérites du mémoire étaient si exceptionnels qu'ils augmentèrent la valeur du prix, annoncé de 3 000 francs, à 5 000. La valeur monétaire était bien sûr la partie la moins importante de la récompense.

C'est certainement vrai. Rappelons toutefois (voir page 134) que Sophie avait les dettes de son mari et celles de son frère à payer, aucune fortune personnelle, une fille à élever et un petit salaire.

Weierstrass était comblé. « Je n'ai pas besoin de te dire, écrit-il, combien ton succès a réjoui mon cœur et ceux de mes sœurs, ainsi que de tes amis ici. J'ai éprouvé une vraie satisfaction ; les juges compétents ont maintenant rendu leur verdict, mon "élève fidèle", ma "faiblesse" n'est pas une "frivole marionnette". »

Nous pouvons quitter les amis au moment de leur triomphe. Deux ans plus tard (le 10 février 1891) Sonja mourut à Stockholm à l'âge de quarante-et-un ans après une brève attaque de grippe, une épidémie. Weierstrass lui survécut six ans, mourant paisiblement dans sa quatre-vingt-deuxième année le 19 février 1897 dans sa maison de Berlin après une longue maladie suivie d'une grippe. Sa dernière volonté fut que le prêtre ne prononce aucun éloge pendant ses funérailles et se contente des prières habituelles.

Sonja est enterrée à Stockholm, Weierstrass avec ses deux sœurs dans un cimetière catholique de Berlin. Sonja était aussi de foi catholique, appartenant à l'Église grecque.

La foi de Sophie en la science, ses convictions politiques, sa foi en l'émancipation du peuple par la science, rien de ce qui l'a motivée et inspirée n'a été mentionné. Mais la foi catholique de Sophie ? L'Église grecque ? Veut-il dire « orthodoxe » ? Vu d'Amérique, c'est synonyme de « catholique » ?

Sans me prononcer sur cette question, pour laquelle je n'ai aucune compétence, et dont le seul intérêt est de confirmer le manque de sérieux de Bell, je mentionnerai que

– l'acte de baptême (orthodoxe) de Sophie, le 17 janvier (ancien style) 1850 mentionne que son père est de foi orthodoxe et sa mère luthérienne (cité dans [Cooke 1984, p. 4]),

– sa tombe à Stockholm, dont on trouvera des photographies dans [Kochina 1985] et dans [Björk 2002], est ornée d’une incontestable croix orthodoxe.

Et, puisque j’ai mentionné la tombe de Sophie... c’est une couronne de lys blancs avec l’inscription

« À Sonja, De Weierstraß »

que le maître envoya pour les obsèques de sa plus chère (*theuerste*) élève.

CHAPITRE XI

JE ME SOUVIENS DE SOPHIE, PAR GEORGE, GÖSTA, JULIA ET LES AUTRES

**Je me souviens de la petite Sofia en 1858,
par Joseph Malevich, 1890**

La première fois que je l'ai vue, en octobre 1858, elle avait huit ans, était plutôt solidement bâtie, d'apparence plaisante et séduisante, ses yeux bruns montraient une intelligence réceptive et une gentillesse profonde. [...] Trois ou quatre ans de leçons fructueuses se passèrent sans événement notable. Mais, lorsque notre étude de la géométrie en vint au rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre [...] mon élève, expliquant le sujet lors de la leçon suivante, m'étonna en arrivant au même résultat d'une manière complètement différente en utilisant son propre raisonnement⁽¹⁾.

Je n'ai jamais compris de quel résultat il était question dans ce récit.

★

**Je me souviens du petit moineau avant notre mariage,
par Vladimir Onoufriévitch Kowalevski, 1868**

Malgré ses dix-huit ans, le petit moineau est très bien éduquée, connaît toutes les langues comme la sienne propre et, jusqu'ici, étudie surtout les mathématiques, elle a déjà atteint la trigonométrie sphérique et les intégrales, travaillant aussi dur qu'une fourmi du matin au soir, et en même temps elle est vive, gentille et très jolie. Au total, c'est du bonheur qui m'est apparu, comme un coup de tonnerre dans un ciel sans nuage⁽²⁾.

⁽¹⁾ Cité dans [Cooke 2002a], re-traduit par moi.

⁽²⁾ Lettre à son frère Alexandre, citée dans [Kochina 1985, p. 44], retraduite par moi.

★

Avec toute mon expérience et mes lectures je ne comprends pas les problèmes politiques et économiques moitié aussi vite qu'elle [...] Je crois qu'elle va faire de moi une personne décente, que je vais laisser mon travail d'édition et me mettre à la recherche, bien que je ne puisse me dissimuler que sa nature est mille fois meilleure, plus intelligente et talentueuse que la mienne, sans parler de sa rapidité ; on dit que dans sa maison à la campagne elle travaille douze heures d'affilée et, autant que je puisse le voir ici, elle peut travailler beaucoup plus que moi.

Au total, c'est un jeune phénomène et, pourquoi je l'ai obtenue, je ne peux pas l'imaginer⁽³⁾.

★

**Je me souviens de ma cousine en 1868,
par Sofia Adelung, 1896**

Elle était toujours prête à monter au feu, à mourir comme une martyre pour ses idéaux élevés, pour l'humanité⁽⁴⁾.

★

**I remember Königsberger's Russian student,
by Thomas Hirst, July 27th, 1869**

Thomas Hirst (1830–1892), mathématicien anglais qui a écrit une thèse en 1852 à Marburg sur les diamètres conjugués d'un ellipsoïde triaxial, a beaucoup voyagé et surtout tenu un journal, une bénédiction pour les historiens. C'est peut-être par lui que George Eliot avait entendu parler de Sophie avant de la rencontrer.

27 juillet 1869,
journal

Après encore un bain dans la Neckar, j'ai assisté au cours de Königsberger sur la théorie des déterminants. Il m'a présenté à une jeune dame russe [Sofia Kovalevskaya] qui assiste à ses cours et est comme chez elle parmi les fonctions elliptiques. Elle appartient à la famille douée pour les mathématiques des Schubert. Elle est jolie et extrêmement modeste⁽⁵⁾.

★

⁽³⁾ Idem, [Kochina 1985, p. 49], je ne sais pas s'il s'agit de la même lettre.

⁽⁴⁾ Sofia Adelung est une cousine de Sophie, citée dans [Kochina 1985, p. 35].

⁽⁵⁾ Cité dans [Gardner & Wilson 1993], traduit ici par moi.

**I remember Mme. Kovilevsky,
by George Eliot, 1869**

5 octobre 1869,
journal

Dimanche, un intéressant couple russe est venu nous rendre visite, M. et Mme. Kovilevsky [*sic*] : elle, une jolie créature, avec une voix charmante et modeste, qui étudie les mathématiques (par permission, et grâce à l'aide de Kirchhoff) à Heidelberg ; lui, aimable et intelligent, étudiant apparemment les sciences concrètes, en particulier la géologie ; prêt pour ceci à aller six mois à Vienne, laissant son épouse à Heidelberg⁽⁶⁾ !

★

14 octobre 1869,
lettre à Oscar Browning

[...] Il y a une ou deux semaines, nous avons eu ici une dame russe, le visage d'une parfaite Hébée, qui étudie les mathématiques, grâce à Kirchhoff, à l'université de Heidelberg. Son mari était avec elle — lui-même intelligent et scientifique — se battant pour le droit des femmes à étudier⁽⁷⁾.

★

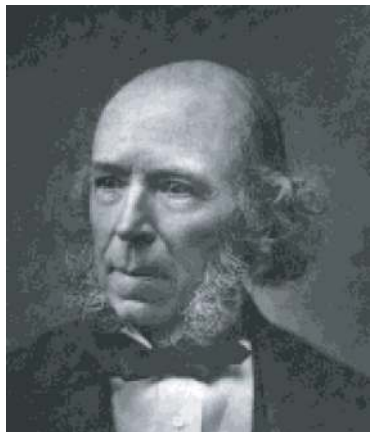
**Je me souviens de moi-même
lors d'une de mes visites à George Eliot en 1869,
par Sophie Kowalevski, 1886**

C'était un des dimanches suivant ma première visite à George Eliot. Il y avait déjà une douzaine de personnes dans son salon. La compagnie était assez mélangée ; il y avait, il me semble me souvenir, un certain jeune monsieur qui revenait juste d'un lointain voyage dans une contrée mal connue, et plusieurs musiciens et peintres ; à part moi, il n'y avait qu'une femme, très jeune, l'épouse d'un des peintres présents. Comme je l'ai déjà dit, peu de femmes de la société anglaise « décente » osaient paraître dans le salon de George Eliot. Mr. Lewes me présentait les nouveaux arrivants et ajoutait en général toute chose à leur sujet qu'il pensait pouvoir m'intéresser.

En pleine Angleterre victorienne, George Eliot (le nom de plume de Mary Ann Evans) vivait avec George Lewes, un homme marié séparé de sa femme. Ah ! Les femmes de la société « décente » ! Voilà enfin des femmes dont l'opinion compte (voir aussi l'allusion à Madame Hermite page 154).

⁽⁶⁾ Cité dans [Koblitz 1993, p. 90], traduit par moi.

⁽⁷⁾ Lettre citée dans [Chapman & Gottlieb 1978], traduite par moi.



Herbert Spencer (1820–1903)

Le « philosophe évolutionniste » Herbert Spencer a fourni une explication globale de l'évolution des êtres et donné à l'évolutionnisme son armature conceptuelle. Le « vieil homme » avait quarante-neuf ans en 1869, et il était très célèbre, en tout cas dans les milieux que fréquentait Sophie, en particulier à Londres où elle et Vladimir s'étaient rendus notamment pour rencontrer Darwin. Jan-Erik Björk [2002] affirme que « tout le monde » à Stockholm savait que Spencer était le père spirituel du dramaturge Strindberg, voir ci-dessous page 211.

J'étais déjà dans le salon depuis un moment lorsqu'un vieil homme avec des favoris gris et un visage typiquement anglais entra. Cette fois, personne ne me dit son nom, mais George Eliot se tourna vers lui. « Je suis ravie que vous soyez là aujourd'hui, dit-elle, je peux vous présenter à la réfutation vivante de votre théorie — une femme mathématicienne. Permettez-moi de vous présenter mon ami, continua-t-elle, se tournant vers moi sans mentionner son nom, je dois seulement vous avertir qu'il nie l'existence même d'une femme mathématicienne. Sous des circonstances exceptionnelles, il peut apparaître de temps à autre des femmes dont les possibilités mentales s'élèvent au-dessus du niveau moyen des hommes, mais il maintient que de telles femmes dirigent toujours leur intellect et leur finesse vers l'analyse de leurs amis et ne fixent jamais leur attention vers une sphère de pure abstraction. Essayez de le faire changer d'avis ! »

Le vieil homme s'assit près de moi et me regarda avec curiosité. Je ne soupçonnai pas qui il était, d'autant plus que ses manières ne trahissaient rien d'« impressionnant ». La conversation porta sur le thème perpétuel des droits et des capacités des femmes, s'il serait dangereux ou bénéfique à l'espèce humaine dans son ensemble qu'un grand nombre de femmes se consacrent à l'étude des sciences. Mon compagnon émit quelques remarques semi-ironiques qui, je le comprends aujourd'hui, étaient spécialement calculées pour me faire élever des objections. Je dois dire qu'en ce temps-là, je n'avais pas encore vingt ans ; les quelques années qui me séparaient de l'enfance, je les avais passées dans un combat continu, à la maison, pour défendre mon droit à me consacrer à mes études préférées ; il n'est donc pas étonnant que j'aie senti, à cette époque, pour la « question féminine » l'ardeur enthousiaste d'une néophyte et que toute ma timidité ait disparu au moment de briser une lance pour cette juste cause. En plus, comme je l'ai déjà signalé, je n'étais pas avertie de qui était mon adversaire ; et aussi, George Eliot, de son côté, avait fait de son mieux pour me pousser à cette discussion. Ce n'était pas difficile. Emportée par la discussion, j'oubliai rapidement mon entourage et ne remarquai même pas que tous les autres invités s'étaient tus peu à peu, écoutant notre conversation, qui devenait de plus en plus animée, avec intérêt.

Notre duel dura trois bons quarts d'heure, avant que George Eliot ne décide de l'interrompre. « Vous avez courageusement et bien défendu notre cause commune, me dit-elle finalement en souriant, et si nous n'avons pas encore fait changer mon ami Herbert Spencer d'avis, c'est, je le crains, qu'il est incorrigible. »

C'est alors seulement que je compris qui était mon adversaire et l'on peut imaginer comme j'étais étonnée de mon courage⁽⁸⁾.

★

Après cette visite à George Eliot,
une pause littéraire.

★

**Une pause
Trois jours dans la vie d'une femme**

PALIBINO. Malevich aimait beaucoup l'entendre papoter et ils étaient en excellents termes. Elle savait qu'elle pourrait étudier la géométrie, car elle avait regardé des livres, et elle avait vu ce que veulent dire *A*, *B*, *C*, c'étaient les noms des droites.

« Eh bien, je suis sûr que tu ne peux pas étudier ça, dit le cousin Mikhaïl ; et tiens, je demanderai à Malevich si tu en es capable.

— Ça m'est égal, répondit cette coquine petite orgueilleuse, je vais le lui demander moi-même. »

Et le jour même, quand ils furent dans la bibliothèque, elle demanda : « Monsieur Malevich, je pourrai apprendre la géométrie et avoir les mêmes leçons que Mikhaïl ?

— Non, tu ne pourrais pas, dit Mikhaïl avec indignation. Les filles peuvent pas apprendre la géométrie, hein, monsieur ?

— Elles peuvent glaner un peu de tout, je crois bien, dit Malevich. Elles ont beaucoup d'intelligence superficielle, mais elles ne pourraient aller loin dans aucune branche. Elles ont l'esprit vif, mais sans profondeur. »



George Eliot (1819-1880)

⁽⁸⁾Extrait de [Chapman & Gottlieb 1978], les souvenirs de Sophie sont parus en Russie en 1886. Une première version en a été publiée par un quotidien suédois en 1885 (voir aussi la note marginale page 211).

Mikhaïl, ravi de ce verdict, exprima son triomphe, derrière la chaise de Malevich, en adressant à Sophie des signes de tête, qui avaient une fonction télégraphique. Quant à Sophie, elle n'avait jamais été aussi mortifiée. Elle était si fière que l'on dise qu'elle était « vive », pendant sa courte vie, et voilà que maintenant cette vivacité semblait être la marque de l'infériorité. L'idée de Malevich était de faire honte à Mikhaïl parce que sa cousine, une fille, de deux ans plus jeune, était loin devant lui, mais Sophie n'en savait rien.

« Ah ! Ah ! mademoiselle Sophie, dit Mikhaïl quand ils furent seuls ; tu vois, c'est pas si extraordinaire d'être vive. T'iras jamais loin dans aucune branche, tu sais. »

Très heureux de pouvoir se disputer et fanfaronner avec elle, il la prit par la taille et se mit à sauter avec elle autour de la grande table de la bibliothèque. Sophie se débattait avec tant d'ardeur que ses cheveux s'échappèrent de derrière ses oreilles et virevoltèrent, comme une tignasse douée de vie. Mais les orbites que les deux enfants décrivaient autour de la table devinrent de plus en plus irrégulières ; à la fin ils percutèrent le pupitre de M. Malevich, qu'ils envoyèrent par terre avec ses gros lexiques, dans un grand fracas.

« Dis-donc, Mikhaïl, dit Sophie en relevant le pupitre, on doit se tenir tranquilles ici, tu sais. Si on casse quelque chose, Maman nous fera crier *peccavi*. »

— Qu'est-ce que c'est que ça ? demanda Mikhaïl.

— Oh ! C'est du latin pour dire « un bon savon », dit Sophie, non sans être assez fière de sa science.

— Est-ce qu'elle se met en colère ? demanda Mikhaïl ?

— Je pense que les femmes se mettent plus en colère que les hommes, dit Sophie. Maman me gronde plus que Papa.

— Oui, mais tu seras une femme un jour, dit Mikhaïl. Alors tu ferais mieux de te taire.

— Oh mais moi je serai une femme intelligente, dit Sophie en relevant la tête.

— Oh oui, je crois bien, et une vilaine orgueilleuse. Tout le monde te détestera.

— Oh mais, je serai très gentille avec tout le monde. Et puis, tu m'ennuies, c'est le moment de travailler. »

★

« J'ai fini mon problème, dit Sophie en saisissant le livre de physique qu'elle avait "emprunté" à son père et caché sous un coussin.

— Mais, regarde ce que j'ai à faire, moi, comme c'est difficile, tu ne sauras jamais faire ça », dit Mikhaïl, en attirant Sophie près de lui, pour lui montrer son problème, tandis qu'elle se repoussait les cheveux derrière les oreilles et se préparait à lui montrer qui était le plus capable en géométrie. Elle commença à lire avec une confiance totale en ses moyens, et elle indiquait rapidement la solution de chacune des questions. Il en fut complètement déconcerté et en rougit d'agacement, il n'aimait pas l'humiliation.

« Oh, mais, mademoiselle Je-Sais-Tout ! Ça ne veut rien dire ! d'abord, personne n'a besoin de comprendre ce truc-là.

— Ah, tiens donc, le petit malin ! dit Sophie en rouvrant son livre et en hochant la tête, tu vois bien que je ne suis pas si bête que tu le croyais. Laisse-moi lire mon livre et essayer de comprendre cette histoire de sinus et débrouille-toi tout seul. »

★

MOSCOU. Tous ceux qui se sont intéressés à l'histoire de Sophie et de Vladimir apprendront sans surprise que ces deux êtres splendidement équipés d'espoir et d'enthousiasme ne connurent pas le bonheur et se retrouvèrent brisés en chemin, par manque de tolérance réciproque et de patience vis-à-vis du monde. Vladimir avait surpris ses amis de plusieurs manières. Il acquit une certaine distinction en tant que paléontologue et publia plusieurs ouvrages qui lui valurent de grands éloges à l'Académie. À Moscou, l'admiration fut plus réservée : la majorité de leurs amis inclinait à croire que les mérites d'auteur de Vladimir revenaient à sa femme, car ils n'avaient jamais pensé que Vladimir écrirait un jour.

Mais quand Sophie écrivit une nouvelle et la fit imprimer dans une revue moscovite, tous ceux qui ne les connaissaient pas se montrèrent disposés à attribuer l'honneur de cet ouvrage à Vladimir, en déclarant qu'il aurait pu devenir professeur s'il l'avait voulu et surtout si sa femme l'avait laissé mener sa carrière normalement.

★

STOCKHOLM. Nous retrouvons Sophie dans sa cuisine, les manches retroussées au-dessus du coude, confectionnant des pâtés à la viande, sur la table en sapin, manipulant maladroitement la pâte, jouant du rouleau, surveillant par la porte ouverte les gestes de la petite bonne tout en exposant avec une ferveur grammaticale les idées justes sur l'accord

Les sources du texte de cette pause sont *Le moulin sur la Floss* [Eliot 2003] pages 212 et 207 — de même que le solide de forme irrégulière qui apparaît ici en exergue du chapitre V, les orbites de plus en plus irrégulières décrites par les deux enfants sont vraiment du George Eliot — et *Middlemarch* [Eliot 2005] page 1083 et chapitre 24. C'est en lisant ce passage source, description des activités d'une femme dans sa cuisine, en pensant aux multiples activités des femmes scientifiques (Madame Garth n'est pas une scientifique mais une « simple » mère de famille) à un moment où je lisais des textes s'émerveillant du prétendu manque de sens pratique de Sophie que j'ai eu l'idée d'écrire non seulement le texte de cette pause, mais aussi tous les autres. J'ai été très heureuse de découvrir, après coup, que Sophie faisait d'excellentes confitures (voir page 238) !

des verbes et des pronoms ou sur les diagonales d'un parallélogramme qui se coupent en leur milieu, leçons à sa fille assise en face d'elle à la même table, essayant de relire la partie mathématique d'une lettre posée devant elle et pas tout à fait recouverte de farine, une marmite de confiture sur la cuisinière, un baquet et un chevalet à linge à l'autre extrémité de la cuisine montrant qu'un petit lavage se déroulait également par intermittence ; était-elle capable de faire une excellente lessive tout en intégrant une équation différentielle, en préparant un cours ? Allons, reprenons, Fufa, dirait-elle en refermant les derniers pirojki, sans laisser ces objets de convoitise détourner la fillette de l'attention due à sa leçon, pour qu'un parallélogramme soit un rectangle, il faut et il suffit que ses diagonales aient la même longueur, redis-moi ce que cela signifie.

★
Fin
de la pause,
revenons à nos souvenirs.

★

**Je me souviens de Sofia à Heidelberg en 1869,
par Julia Lermontova**

Ses capacités exceptionnelles, sa passion pour les mathématiques, son apparence exceptionnellement séduisante et sa grande modestie lui gagnaient les sympathies de tous ceux qu'elle rencontrait. Il y avait en elle quelque chose de vraiment fascinant. Tous les professeurs avec lesquels elle a étudié étaient enchantés de ses possibilités ; elle était très travailleuse et pouvait s'asseoir à une table pour faire des calculs mathématiques pendant des heures.

À son apparence morale s'ajoutait une vie spirituelle profonde et compliquée, telle que je n'en ai jamais vu chez personne d'autre [...] Elle gagnait tous les cœurs par ce charme ingénu qui la caractérisait à cette période de sa vie. Tous, jeunes et vieux, hommes et femmes, elle les tenait sous le charme. Ses manières étaient complètement naturelles, sans la moindre trace de coquetterie, et elle ne semblait pas s'apercevoir de l'adoration qu'elle inspirait⁽⁹⁾.

★

**Wie schön würden wir hier,
von Karl Weierstraß, 1873**

Pendant mon séjour en ce lieu, j'ai souvent pensé à toi et je me suis imaginé comme ce serait bien si je pouvais passer une fois avec toi, mon amie (*Herzensfreundin*), quelques semaines dans une nature aussi splendide. Comme nous serions bien ici — toi avec ton âme imaginative, moi stimulé et rafraîchi par ton enthousiasme — à rêver et à contempler tous les problèmes qu'il nous reste à résoudre, sur les espaces finis ou infinis, sur la stabilité du système solaire, et les autres grands problèmes des mathématiques et de la physique de l'avenir. Mais il y a déjà longtemps que j'ai appris à accepter que tous les beaux rêves ne se réalisent pas⁽¹⁰⁾.

★

**Ich erinnere mich an Sophie Kowalevski,
von Hermann Schwarz, 1873**

Oh ! C'est une femme merveilleuse ; notre maître commun, le Professeur Weierstraß, m'écrit tant de choses sur ses études. Il m'a envoyé récemment la rédaction qu'elle a faite de ses cours sur les fonctions abéliennes. Vous n'avez pas encore été capable [il s'adresse à Litvinova] de les étudier — c'est le sujet le plus

Weierstraß est en vacances sur l'île de Rügen, dans la Baltique, au nord-est de Rostock.

C'est un lieu dont la beauté est célèbre en Allemagne : ses falaises calcaires ont notamment inspiré le peintre romantique Caspar David Friedrich.

C'est à propos de cette lettre, dont il cite aussi un extrait, que Roger Cooke [2002a, p. 8] écrit :

« Il est impossible de douter que Weierstrass ait été amoureux de Kovalevskaya, comme seul un célibataire d'un certain âge peut l'être, avec un attachement émotionnel auquel il avait renoncé depuis longtemps et qu'il croyait impossible soudain devenu une glorieuse réalité. »

Elizaveta Litvinova rapporte aussi que, la même année, Sophie en visite à Zürich l'a accompagnée écouter un cours de Schwarz et comment sa présence avait allumé un feu intérieur dans les yeux de celui-ci.

⁽⁹⁾Cité dans [Kochina 1985, p. 86], traduit par moi, je ne sais pas de quand datent les souvenirs de Julia.

⁽¹⁰⁾Lettre du 20 août 1873 [Bölling 1993, lettre 30], partiellement citée dans [Mittag-Leffler 1923], traduite par moi.

difficile des mathématiques et peu d'hommes osent s'y attaquer⁽¹¹⁾.

★

**Une jeune femme apparut,
par Joseph Malevich, 1874**

Malevich a enseigné à Aniouta, Sophie et leur petit frère, jusqu'à ce que ce dernier entre dans un lycée de Saint-Petersbourg. Lorsqu'il a pris sa retraite, il est revenu habiter chez les parents de Sophie. C'est là qu'il a prononcé ce discours, le 29 septembre 1874, pour la fête de Sophie.

[...] une jeune femme apparut, volontaire et décidée, déterminée à poursuivre son but méritoire mais ô combien difficile. Elle se dédia à la plus stimulante branche des sciences et travailla sans relâche dans le domaine des mathématiques pures. Elle épousa un homme éclairé qui partageait pleinement ses opinions, et ne l'empêcha pas le moins du monde d'avancer.

Elle abandonna les plaisirs du monde, elle sacrifia les meilleures années de la vie d'une femme, elle ignora la fatigue, et avec une rare énergie, étudia son sujet dans une des meilleures universités allemandes. Mais ses brillants succès, obtenus à Heidelberg au cours de plusieurs semestres, la convainquirent qu'elle ne pourrait pas y réaliser pleinement ses possibilités. Elle partit donc pour le centre académique de l'Allemagne — pour Berlin — et fut guidée vers Weierstraß, un luminaire de la science, un des professeurs les plus célèbres d'Europe. Elle l'étonna par sa connaissance et il la rencontra souvent pour lui dispenser ses avis de valeur et son instruction. Ainsi, en cinq ans, elle atteint le plus haut niveau universitaire, le diplôme qui, dans les sciences mathématiques, n'est décerné qu'à très peu d'hommes. [...]

Je te salue, Sofia Vassilievna ! Tu te dresses au haut d'un piédestal au milieu des savants ! Je te salue aussi au nom de notre petit cercle, rassemblé aujourd'hui pour fêter le jour de ta sainte patronne ! Je te salue au nom de notre pays natal, comme la première femme russe à atteindre le plus haut diplôme universitaire dans une des branches les plus difficiles de la science⁽¹²⁾ !

★

⁽¹¹⁾Des souvenirs de Litvinova cités dans [Kochina 1985, p. 74], retraduit par moi.

⁽¹²⁾Cité dans [Koblitz 1993, p. 2], retraduit de l'anglais par moi.

**Je me souviens de ma première rencontre
avec Madame Kowalewsky en 1876,
par Gösta Mittag-Leffler, 1923**

C'est pendant la période 1875–78 que je fis la connaissance de Sonja. Au commencement de février 1876 en me rendant à Helsingfors je passai par St. Pétersbourg et, pour satisfaire ma propre curiosité autant que pour exaucer un vœu formel [*sic*] à Weierstrass, j'y allai rendre visite à la femme qui faisait alors tant parler d'elle dans le monde savant. Sans chercher à reconstituer de mémoire les impressions que j'éprouvai, je reproduis quelques mots retrouvés dans une lettre que j'adressai à Malmsten : « Ce qui m'a le plus vivement intéressé à St. Pétersbourg, a été de faire la connaissance de Madame Kowalewsky. Aujourd'hui (10 février 1876) j'ai passé plusieurs heures chez elle. Comme femme, elle est délicieuse. Elle est belle et, quand elle parle, son visage s'éclaire d'une expression de bonté féminine et d'intelligence supérieure qu'on ne soutient pas sans éblouissement. Ses manières sont simples et naturelles, sans aucune trace de pédantisme ou de savoir affecté. Du reste en tous points "dame du grand monde". Comme savante elle se distingue par une clarté et par une précision d'expression peu commune ainsi que par une conception singulièrement prompte. On s'aperçoit aisément aussi du degré de profondeur où elle a poussé ses études, et je comprends parfaitement que Weierstrass la regarde comme le mieux doué de ses disciples⁽¹³⁾. »

★

**Je me souviens de ma deuxième rencontre
avec Sonja, en 1880,
par Gösta Mittag-Leffler, 1923**

À la fin de l'année 1879 et au commencement de 1880 eut lieu un congrès de naturalistes russes à St. Pétersbourg auquel je pris part. J'étais alors professeur à l'université d'Helsingfors. Je rencontrai là pour la seconde fois Sonja et fis la connaissance de son mari et de « Foufie ». Sonja, bien que faisant partie du congrès, ne prit pas part à ses travaux. Il était visible que d'une part elle avait déjà perdu le contact avec sa carrière mathématique, et que d'autre part son esprit brûlait du désir d'y rentrer.

⁽¹³⁾Dans [Mittag-Leffler 1923].

Je ne connus rien de sa situation privée et matérielle. Cependant celle-ci était devenue en octobre 1880 tellement difficile qu'elle la vit inextricable. Elle montra alors qu'elle était née mathématicienne car elle retrouva dans la reprise de ses études son équilibre moral⁽¹⁴⁾.

★

**Je me souviens des facettes de Sofia à Paris en 1882,
par Maria Jankowska-Mendelson, 1912**

Chacun des nombreux amis de Sofia garde en mémoire une image différente d'elle, parce qu'elle se montrait à chacun sous un jour complètement différent. Mais il n'y avait en cela pas la moindre fausseté ; c'était seulement que sa nature riche donnait à la personne à qui elle s'intéressait à un moment précis exactement ce qui lui semblait le mieux adapté à cette personne. Son intérêt pour la personne en question était exclusif ; il ne lui permettait pas de s'intéresser à d'autres au même moment⁽¹⁵⁾.

★

**Je me souviens de ma première discussion
mathématique avec une femme,
par Carl Runge, 1883**

Où l'on voit que le stéréotype peut exister avant l'espèce (ici des femmes mathématiciennes).

Samedi, nous avons passé chez elle une très intéressante soirée. La compagnie était constituée de Mme Kowalevski et de quatre jeunes mathématiciens et nous avons parlé comme nous le faisons d'habitude. Elle a environ trente ans, un visage délicat, pensif, un peu triste [nous sommes deux mois après le suicide de Vladimir] et tout à fait charmant quand elle sourit. C'était étrange pour moi de parler avec cette dame et d'être capable de discourir en toute liberté. Elle connaît bien le sujet. Je m'en suis convaincu quand elle m'a posé sur mon travail d'excellentes questions. Avant, je me l'étais imaginée avec un nez pointu, un air vieillot et des lunettes, mais j'ai été étonné

⁽¹⁴⁾Dans [Mittag-Leffler 1923, p. 173].

⁽¹⁵⁾Cité dans [Koblitz 1993, p.164], un texte traduit du polonais en russe, puis en anglais, retraduit par moi.

de voir une éducation scientifique accordée à une si parfaite féminité⁽¹⁶⁾.

★

**Je me souviens de Madame Kowalevski,
par Charles Hermite, 2 septembre 1884**

Vous m'avez fait mon cher ami grand plaisir avec les numéros que vous m'avez envoyés des deux journaux illustrés danois et suédois qui donnent le portrait de Madame Kowalevski. Mais comme l'original est infiniment au-dessus des deux portraits, où une certaine nuance délicate de bonté toute gracieuse est complètement absente, en laissant une lacune qui a dû aussi vous frapper⁽¹⁷⁾.

★

**Je ne veux pas me souvenir de cette monstruosité,
par August Strindberg, 1884–1886**

[...] la Dame des mathématiques peut créer des ambitions inutiles dans les esprits des jeunes filles [...] Inviter une dame russe à Stockholm était simplement l'expression d'une galanterie démodée — et ne correspondait pas au besoin de mathématiques des citoyens de Stockholm. En ce moment, le monde a beaucoup plus besoin de mères capables que de professeurs de mathématiques [...]⁽¹⁸⁾

★

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⁽¹⁹⁾.

★

⁽¹⁶⁾ Lettre à sa mère, été 1883, citée dans [Kochina 1985, p. 196].

⁽¹⁷⁾ Lettre à Mittag-Leffler, [Dugac 1985, p. 92].

⁽¹⁸⁾ Article paru en décembre 1884, traduit en anglais dans [Björk 2002, p. 36], retraduit par moi.

⁽¹⁹⁾ Cité dans [Koblitz 1993, p. 230], vient sans doute du même article, celui auquel Sophie fait allusion aux pages 2 et 3 de la lettre publiée ici au chapitre VI.

Jan-Erik Björk dit que Sophie admirait l'écrivain Strindberg. Il ajoute que la relation par Sophie, dans le journal où Strindberg avait publié ses invectives, de sa rencontre avec Herbert Spencer (ici page 201 sq), dont chacun savait que Strindberg le considérait comme un très grand philosophe (voir la note 8 page 203), était la subtile et brillante réponse de notre héroïne au grand dramaturge misogyne.

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⁽²⁰⁾.

★

**Je me souviens de cette savante mathématicienne,
par Henri Poincaré, 1885**

Dans son traité d'hydrodynamique, Horace Lamb [1932, p. 708] étudie différentes formes de fluides en rotation, notamment les anneaux, et il cite à la suite l'un de l'autre l'article de Sophie et celui de Poincaré.

Je viens de recevoir communication d'un mémoire de M^{me} de Kowalevski dont je n'avais pas connaissance au moment où j'ai rédigé le présent travail [il s'agit de la forme des anneaux de Saturne]. Bien que le problème traité par la savante mathématicienne ne soit pas tout à fait le même que celui dont je me suis occupé, son analyse se rapproche beaucoup de la mienne et je n'ai ajouté que peu de chose aux résultats qu'on pourrait facilement déduire de son mémoire⁽²¹⁾.

★

**Je me souviens de Sonja,
par Gösta Mittag-Leffler, 1888**

10 août 1888

Sur Sophie et le mariage, voir la note marginale page 52. Il est intéressant que Sophie, qui savait quelle facette de sa personnalité montrer à qui, se soit ouverte de la question épouse/maîtresse à Gösta qui, certes était un de ses meilleurs amis, mais qui était aussi un homme séduisant et réputé tel.

[...] me suis promené ce soir avec Sonja. Pendant la promenade du 7, elle m'a dit qu'elle ne voulait pas épouser Kovalevsky, mais qu'elle veut vivre avec lui secrètement, que seuls leurs amis les plus intimes soient au courant. Il ne veut pas, il veut l'épouser et trouve qu'un autre type de relation serait dégradant pour elle. [...]

★

13 août 1888

Cet après-midi, rendu visite aux Demoiselles Weierstrass. Sonja, Cantor et moi avons pris un guide pour grimper le Brocken. En chemin, confidences diverses de Sonja. Elle ne veut pas se marier, elle craint que Kovalevsky veuille l'épouser par vanité et prenne d'autres maîtresses. [...] D'ailleurs, elle veut être une maîtresse, pas une épouse. [...] Elle trouve dur d'impressionner

⁽²⁰⁾Dans *Giftas*, cité dans [Hörmander 1991]. Voir aussi ici page 134.

⁽²¹⁾Dans [Poincaré 1885].

tellement les hommes qu'aucun ne pense qu'elle pourrait être une maîtresse et non une épouse.

Malheureusement pour elle, elle n'est pas telle qu'un homme veuille en faire sa maîtresse, alors que beaucoup la voudraient pour femme. Les hommes demandent à une maîtresse d'abord de la séduction physique, ce qu'elle n'a pas, mais d'une épouse, ils acceptent qu'elle n'en ait pas, si cette absence est compensée par d'autres qualités, qu'elle possède au plus haut degré.

D'ailleurs, l'homme qui la prendrait pour épouse serait malheureux. Son égoïsme exceptionnellement développé et la froide indifférence qu'elle dissimule si bien sous son air vif et intéressé amèneraient rapidement cet homme au désespoir. [...] Non, elle a certainement raison, il vaut mieux pour elle qu'elle ne se marie pas⁽²²⁾.

★

**Je me souviens que j'aurais pu l'aimer,
par Fridtjof Nansen**

Kovalevskaya ? C'était une personne d'un rare raffinement intellectuel et physique, la femme la plus intelligente et la plus fascinante d'Europe.

Oui, aucun doute, j'étais attiré par elle et je crois que mes sentiments étaient partagés. Mais je ne pouvais pas trahir ma parole et je suis revenu à la femme que j'avais promis d'épouser. Je ne le regrette plus⁽²³⁾.

Le célèbre explorateur norvégien répond à un journaliste soviétique, bien plus tard (il a vécu jusqu'en 1930).

★

**I remember the gifted lady Professor
in the University of Stockholm,
by James Joseph Sylvester, 1886**

Hier après-midi, rencontrant chez des amis une dame en visite à Oxford et qui allait chanter le soir pour l'un des concerts hebdomadaires à Balliol College, et la conversation ayant tourné sur la talentueuse dame mathématicienne Professeur à l'Université de Stockholm, mes pensées se matérialisèrent, alors que je rentrais chez moi, en les lignes suivantes que, si elles peuvent

⁽²²⁾ Journal de Gösta, cité dans [Hörmander 1991], retraduit par moi.

⁽²³⁾ Cité dans [Kochina 1985, p. 146].

J'ai traduit la lettre, mais j'ai renoncé à traduire le sonnet, dédié à la jeune chanteuse quoiqu'inspiré par Sophie et dans lequel elle apparaît, au vers 9, comme « elle dont l'étoile resplendit sur le lac Maelar » (il s'agit du lac Mälaren, à l'ouest de Stockholm).

Sylvester en a envoyé une version manuscrite à Sophie, on trouvera une reproduction de ce manuscrit dans [Koblitz 1993].



James Joseph Sylvester
(1814–1897)

intéresser vos lecteurs, je serais heureux de voir paraître dans les colonnes, diffusées dans le monde entier, de NATURE.

New College, 15 novembre⁽²⁴⁾.

SONNET

*To a Young Lady about to sing at
a Sunday Evening Concert in Balliol College*

Fair maid ! whose voice calls Music from the skies
Weaving amidst pale glimpses of the moon
Tones with fresh hues of glowing fancy strewn
And soft as dew that falls from pitying eyes—
Let from their virgin fount those accents rise
That bid sad Philomel suspend her tune,
Thinking the lark doth chant his lay too soon—
Whose else that trill which with her own note vies !
To her whose star shines bright o'er Maelar lake
And thee who beautifi'st glad Isis' shore
Grant ! I one joint harmonious garland bind :
Thou canst with sounds our senses captive take—
She the true Muse, fond poets feigned of yore,
Strike Heaven's own lyre, Nature's o'erruling mind.

★

Je me souviens de M^{me} de Kowalewski, par Jules Verne, 1889

« Ainsi, monsieur Maston, vous prétendez que jamais femme n'eût été capable de faire progresser les sciences mathématiques ou expérimentales ?

— À mon extrême regret, j'y suis obligé, répondit J.-T. Maston. Qu'il y ait eu ou qu'il y ait quelques remarquables mathématiciennes, et particulièrement en Russie, j'en conviens très volontiers. Mais, étant donné sa conformation cérébrale, il n'est pas de femme qui puisse devenir une Archimède et encore moins une Newton.

— Oh ! monsieur Maston, permettez-moi de protester au nom de notre sexe...

— Sexe d'autant plus charmant, mistress Scorbitt, qu'il n'est point fait pour s'adonner aux études transcendantes.

— Ainsi, selon vous, monsieur Maston, en voyant tomber une pomme, aucune femme n'eût pu découvrir les lois de la

⁽²⁴⁾Sous le titre « Musique et mathématiques », cette lettre et le sonnet qui l'accompagne ont été publiés par *Nature* le 9 décembre 1886.

gravitation universelle, ainsi que l'a fait l'illustre savant anglais à la fin du XVII^e siècle.

— En voyant tomber une pomme, mistress Scorbitt, une femme n'aurait eu d'autre idée... que de la manger... à l'exemple de notre mère Ève !

— Alors, je vois que vous nous déniez toute aptitude pour les hautes spéculations...

— Toute aptitude ?... Non, mistress Scorbitt. Et, cependant, je vous ferai observer que, depuis qu'il y a des habitants sur la Terre et des femmes par conséquent, il ne s'est pas encore trouvé un cerveau féminin auquel on doive quelque découverte analogue à celles d'Aristote, d'Euclide, de Kepler, de Laplace, dans le domaine scientifique.

— Est-ce donc une raison, et le passé engage-t-il irrévocablement l'avenir ?

— Hum ! ce qui ne s'est pas fait depuis des milliers d'années ne se fera jamais... sans doute.

— Alors je vois qu'il faut en prendre notre parti, monsieur Maston, et nous ne sommes vraiment bonnes...

— Qu'à être bonnes ! » répondit J.-T. Maston.

Et cela, il le dit avec cette aimable galanterie dont peut disposer un savant bourré d'*x*.⁽²⁵⁾

★

Avant d'aborder une misogynie plus sournoise,
une pause littéraire.
Pourquoi Jules Verne n'aurait-il pas écrit plutôt...

★

⁽²⁵⁾ Les premières pages de *Sans dessus dessous* [Verne 1970], un roman publié en France en 1889, juste après le prix Bordin, alors que Sophie était au faite de sa gloire à Paris.



Jules Verne (1828–1905)

Une pause Sens dessus dessous

O R, s'il n'en avait pas pour les mathématiques, Alcide Pierdeux avait du goût pour M^{me} de Kowalewski. Il la considérait comme un être d'une espèce particulière et supérieure. Songez donc ! Une tête où les x ballottent comme des noix dans un sac, un cerveau qui se joue avec les signes algébriques, des mains qui jonglent avec les intégrales triples, comme un équilibriste avec ses verres et ses bouteilles, une intelligence qui comprend quelque chose à des formules du genre

$$0 = \frac{ds_1}{\sqrt{R(s_1)}} + \frac{ds_2}{\sqrt{R(s_2)}}$$

$$dt = \frac{s_1 ds_1}{\sqrt{R(s_1)}} + \frac{s_2 ds_2}{\sqrt{R(s_2)}}.$$

Oui ! Elle lui paraissait digne de toutes les admirations et bien faite pour qu'un homme se sentît attiré vers elle proportionnellement aux masses et en raison inverse du carré des distances.

★

C'était de ce cerveau, où les idées cuisaient dans une matière cérébrale en perpétuelle ébullition, que s'étaient dégagés le projet de cette grande œuvre et la manière de la conduire à bonne fin. On ne saurait trop le répéter, M^{me} de Kowalewski était une remarquable calculatrice — nous dirions « émérite », si ce mot n'avait une signification diamétralement opposée à celle que le vulgaire lui prête. Ce n'était qu'un jeu pour elle de résoudre les problèmes les plus compliqués des sciences mathématiques. Elle se riait des difficultés, aussi bien dans la science des grandeurs, qui est l'algèbre, que dans la science des nombres, qui est l'arithmétique. Aussi fallait-il la voir manier les symboles, les signes conventionnels qui forment la notation algébrique, soit que — lettres de l'alphabet — elles représentent les quantités ou grandeurs, soit que — lignes accouplées ou croisées — elles indiquent les rapports entre les quantités et les opérations auxquelles on les soumet. Ah ! les coefficients, les exposants, les indices et autres dispositions adoptées dans cette langue ! Comme tous ces signes voltigeaient sous sa plume !

Et les lettres avec lesquelles elle établissait ses formules, les capitales, A , B , C , qui lui servaient à représenter les quantités connues ou données, l'inertie du solide, et les minuscules, p , q , r , dont elle se servait pour les quantités inconnues ou à déterminer ! Et quelle tournure, ses lettres grecques, les σ , et surtout les ϑ dont Weierstraß était si fier !

★

Ni le calcul différentiel, ni le calcul intégral, ni le calcul des variations ne lui étaient étrangers. Et c'est d'une main sûre qu'elle traçait ce fameux signe de l'intégration, cette lettre, effrayante dans sa simplicité,

$$\int$$

somme d'une infinité d'éléments infiniment petits ! Il en était de même du signe $\sum$, qui représente la somme d'un nombre fini ou infini d'éléments finis, et de tous les symboles mystérieux qu'emploie cette langue incompréhensible du commun des mortels.

Enfin, cette femme étonnante avait été capable de s'élever jusqu'aux derniers échelons des hautes mathématiques.

M^{me} de Kowalewski avait estimé à cinq ans le temps exigé pour accomplir sa besogne, véritablement compliquée et délicate, nécessitant la résolution d'équations diverses, qui portaient sur la mécanique, la géométrie analytique, l'analyse complexe et les fonctions ϑ de deux variables.

★

Fin
de la pause
et retour aux souvenirs.

★

Sans dessus dessous [Verne 1970] est le roman le plus misogyne d'un de mes écrivains préférés. Il commence, nous l'avons vu, par une allusion à Sophie. J'ai détourné les pages 334, 353–355 et 359 de ce texte mal connu dont le thème « femmes et mathématiques » est le ressort de l'intrigue : le grand calculateur qui en est le héros est un homme, ses plans grandioses échouent lamentablement et les lecteurs les plus naïfs ne comprennent qu'à la fin du roman que c'est à cause d'une erreur qu'il a commise... parce qu'il a été dérangé pendant qu'il effectuait un calcul ! Dérangé par une femme...

Le titre du roman originel est un jeu de mots et Jules Verne détestait qu'on l'appelât « Sens dessus dessous ». Que l'on veuille bien considérer le titre de cette pause comme un jeu de mots « secondaire » et que Jules Verne me le pardonne.

**Je me souviens de cette savante mathématicienne,
par Henri Poincaré, 1890**

Cauchy avait déjà appliqué le procédé du calcul des limites aux équations aux dérivées partielles. M^{me} Kowalevski a considérablement simplifié la démonstration de Cauchy et donné au théorème sa forme définitive⁽²⁶⁾.

★

**Je me souviens de cet exemple stupéfiant de génie,
par Georg Brandes, 1889**

De Madame Kovalevsky, on ne connaissait jusqu'ici en Scandinavie que la mathématicienne de renom, enseignante à l'université de Stockholm et qui reçut à Paris la consécration européenne. Nous avons lu, sans nous laisser convaincre, la coléreuse diatribe de Strindberg contre des hommes assez fous pour octroyer à une femme une chaire universitaire de cet ordre. Tous ceux qui ont eu le plaisir de la rencontrer la tenaient à la fois pour le type même du cosmopolitisme russe et pour un exemple stupéfiant de génie en matière de sciences exactes, si rare chez une femme.

Le critique danois Georg Brandes (1842–1927), une personnalité radicale et passionnée, rend compte ici de [Kovalevskaïa 1993]. Nous le verrons aussi donner son avis sur [Kovalevskaïa 2004], sur [Leffler 1993], et sur un texte d'Ellen Key.

Dans le livre qui vient de paraître, nous faisons connaissance avec les qualités humaines de cette intéressante personne. De toute évidence, la forme romanesque n'est ici qu'un déguisement. Tania Rajevski, c'est Sonia Kovalevsky elle-même et nous découvrons ici une autobiographie magistralement écrite, consacrée notamment aux années d'enfance en Russie.

[...]

La narratrice n'a que treize ou quatorze ans à la fin du livre ; nous le refermons dans l'attente impatiente de la suite du récit, qui ne saurait en rester là⁽²⁷⁾.

★

⁽²⁶⁾À propos de ce qui ne s'appelle pas encore le théorème de Cauchy-Kovalevskaya, dans le mémoire [Poincaré 1890] couronné du prix du roi Oscar II dont il a déjà été question ici pages 143, 147 et 169.

⁽²⁷⁾Une critique de [Kovalevskaïa 1993] qui venait de paraître en suédois, parue dans [Brandes 1900, tome III, p. 682–683], traduite du danois par Mary-May Nielsen.

**Je me souviens qu'elle était amoureuse,
par Ellen Key**

Je l'ai vue toutes les semaines pendant plusieurs années, mais je n'ai rencontré Sofia Kovalevskaya qu'une seule fois. C'était lors d'un concert où l'on jouait la neuvième symphonie de Beethoven. Contrairement à son habitude, Sonia était habillée avec élégance : elle portait une jupe de soie noire ornée de dentelle. L'objet de son amour, son compatriote, était assis à côté d'elle. Les sons divins de la musique de Beethoven coulaient autour d'eux. Les traits habituellement nerveux de Sofia Kovalevskaya étaient lucides et calmes. Elle semblait transformée. Elle était amoureuse et la musique la transportait dans un monde de rêves brillants. Je n'ai vu cette expression que deux fois sur son visage. La deuxième fois, Sofia Kovalevskaya était morte⁽²⁸⁾.

★

**Je me souviens de la dernière visite de Sophie à Berlin
en janvier 1891,
par Georg von Vollmar, 1891**

Elle est venue à nous du soleil de l'Europe méridionale, de l'Italie où elle avait séjourné quelque temps pendant un congé comme professeur de l'Université de Stockholm. Elle était joyeuse, débordait de créativité artistique et scientifique — semblait heureuse, faisait des projets pour les années à venir — en particulier un voyage au Caucase qu'elle pensait faire l'été suivant avec sa fille et Maksim Kovalevsky. Elle parlait de l'avenir avec tant d'enthousiasme. Tout son être était plein de vie et de charme, son discours étincelait, son amitié était, comme toujours, généreuse. Nous nous fîmes nos adieux en nous promettant de nous écrire bientôt — comptant nous rencontrer quelque part, à Paris, à Berlin ou en Scandinavie. Personne ne pouvait imaginer qu'elle allait mourir aussi vite⁽²⁹⁾.

★



Ellen Key (1849–1926)

⁽²⁸⁾ Citée dans [Kochina 1985, p. 277], retraduite par moi.

⁽²⁹⁾ Après les funérailles de Sophie, cité dans [Kochina 1985, p. 279] et [Björk 2002, p. 47], retraduit par moi.

**Nous nous souvenons de ses derniers mots,
par Thérèse et Elsa Gyldén**

Elle répétait : « Trop de bonheur » ⁽³⁰⁾.

★

**Je me souviens qu'elle avait de grandes idées et un
bon cœur
par Ellen Key, 1892**

La citation d'Ellen Key qui ouvre ce livre est la phrase conclusive de l'article dont voici un extrait. La citation de Goethe a donné le titre de ce « je me souviens ». Sur Ellen Key, voir aussi la note marginale page 228.

C'est dans cette grande période d'activité bouillonnante que la mort entra en scène. Depuis des années, l'idée de la mort était familière à Sonja ; elle savait que son cœur était faible, mais s'il y a eu une période de sa vie où elle aurait souhaité éviter la mort, c'était justement ce moment où elle vivait en harmonie et était pleine d'énergie.

Elle avait passé ses vacances de Noël dans le midi de la France où elle avait retrouvé des amis russes. Au cours de son voyage de retour, elle s'était arrêtée à Berlin et avait pris froid en traversant le Danemark par un temps glacial et venteux. Le mercredi 4 février, elle arriva à Stockholm. Elle ne voulut pas montrer qu'elle était malade et tint son état de santé secret. Le vendredi, elle donna le premier cours de l'année. Le soir, elle était invitée à dîner, mais elle partit tôt et c'est seulement le samedi matin qu'elle prit le lit. Même si sa maladie — une pleurésie — était sérieuse, nul ne comprit à quel point elle était grave. Tous ceux d'entre nous qui l'entouraient assistèrent, pendant les jours et les nuits qui suivirent, à un combat entre la vie et la mort. Elle mourut par étouffement — étouffement sans doute causé par l'infection violente et la purulence qu'elle avait entraînée dans les poumons. Avec un cœur plus solide, l'issue aurait pu être retardée, mais l'autopsie montra qu'elle n'aurait pu être sauvée.

Sonja fut presque constamment consciente. Elle s'occupa de son entourage avec patience et de façon presque indescriptible. L'arrivée imminente de la mort ne fut anticipée ni par les médecins ni par ses proches le dimanche et le lundi, mais le mardi matin 10 février, le cœur était paralysé. Les toutes dernières heures, elle était inconsciente. La mort vient comme un sommeil

⁽³⁰⁾ Dans [Kochina 1985, p. 283]. Ce seraient les dernières paroles de Sophie.

calme dans le vaste inconnu. Son visage pâli montrait sérénité et paix⁽³¹⁾.

★

**Je me souviens de la nouvelle désolante de sa mort,
par Charles Hermite, 16 février 1891**

Flanville par Noiseville (Lorraine), 16 février 1891

Mon cher Ami,

J'ai été appelé en Lorraine par la mort d'une de mes tantes, la dernière qui me restait et qui emporte avec elle les plus anciens souvenirs de ma vie, ceux de ma première enfance.

En revenant du service mortuaire pour passer quelques jours en famille à Flanville, j'ai reçu la nouvelle désolante de la mort de M^{me} Kovalewski, qui a été enlevée le 10 à 4^h du matin, par une pleuro-pneumonie. Il y a à peu près quinze jours, je l'avais vue en pleine santé à son passage à Paris, lorsqu'elle revenait à Stockholm faire son Cours à l'Université, après avoir passé à Cannes les vacances de Noël. Je vous ferai connaître ce qu'on ne manquera pas de m'apprendre sur ses derniers moments, et ce qu'on fera sans doute pour honorer sa mémoire. Mais cette perte déplorable pour la Science ne sera pas malheureusement la seule ; je suis informé que M. Weierstrass, depuis longtemps malade, est maintenant dans un état déplorable et qu'on ne conserve plus d'espoir de le conserver. Je ressens le contre-coup de tant d'atteintes : *sunt lacrymæ rerum et mentem mortalia tangunt*⁽³²⁾.

★

**Je me souviens de son extrême modestie,
par Thomas Stieltjes, 19 février 1891**

Toulouse, 19 février 1891

Cher Monsieur,

J'ai été douloureusement impressionné par votre dernière lettre m'annonçant le nouveau deuil qui vous a frappé, et la

La santé de Weierstraß était très mauvaise, mais il a survécu six ans à Sophie.

Il y a des larmes dans les choses mêmes et ce qui est périssable frappe l'esprit (une citation de l'Énéide).

⁽³¹⁾Court extrait d'un article paru dans le journal suédois *Dagny*, cité dans [Björk 2002, p. 51], retraduit par moi.

⁽³²⁾Extrait d'une lettre à Stieltjes, dans [Baillaud & Bourguet 1905b, p. 143].

mort si regrettable de M^{me} de Kovalewski. Dans un journal qu'on m'envoie de la Hollande, j'ai trouvé quelques détails sur sa vie, elle n'avait que 38 ans [c'est l'âge « officiel » de Sophie, voir les notes marginales pages 51 et 112] et, ce que j'ignorais, il paraît qu'elle s'est occupée aussi de travaux littéraires. Je recueille avec piété tout ce qui a trait à elle, qui joignait à une modestie extrême tant de mérite⁽³³⁾.

★

**Je me souviens de ses mathématiques,
par Frits Leffler, 1891**

Frits Leffler est le frère de Gösta et Anne-Charlotte, un poète professionnel. Le poème dont ceci est une très pauvre double traduction (du suédois à l'anglais puis au français) a été distribué lors des obsèques de Sophie.

[...]

Tes pensées sont-elles parties
Où les étoiles parlent d'amour
Où les grands anneaux de Saturne
Brillent dans le ciel bleu au-dessus de toi ?

Tes chères fonctions analytiques
Ces sphères suprêmes parmi les nombres
T'ouvrent-elles de la transcendance
De l'immortalité les portes ?

Et les rayons de la lumière
Que tu regardas, étonnée,
Se réfracter dans les cristaux,
Comment sont-ils, vus de si loin ?

[...]

Alors adieu et merci ! Recouverte
Par la terre suédoise, tu gis
Dans ce tombeau. Ta jeune vie
Durera, tant que les anneaux
Ceindront la planète Saturne
De leur brillante rotation
Et tant que vivront les hommes
Ton image dans les esprits restera⁽³⁴⁾.

★

⁽³³⁾Extrait de la réponse de Stieltjes à Hermite, dans [Baillaud & Bourguet 1905b, p. 144].

⁽³⁴⁾J'ai utilisé la traduction en vers rimés anglais publiée dans [Kochina 1985, p. 284].

**Je me souviens qu'on voulait lui élever un monument,
par Charles Hermite, 3 mars 1891**

Paris, 3 mars 1891

Mon cher Ami,

M. Weierstrass qui s'était réservé l'étude du Mémoire de Poincaré et avait revendiqué le rapport comme ayant proposé la question, est malheureusement hors d'état de s'occuper de mathématiques et je ne puis rien lui demander.

M^{me} Kovalewski l'a vu en passant par Berlin quand elle est retournée en Suède, et a fait savoir à M. Mittag-Leffler qu'elle l'avait trouvé dans un état pitoyable, plus malheureux et plus malade que jamais. C'était elle, hélas, qui était menacée et devait mourir la première. Vous verrez, par la traduction ci-jointe d'un journal suédois, les honneurs qui lui ont été justement rendus ; M. Mittag-Leffler m'informe aussi qu'on se propose de publier une édition de ses œuvres et d'élever un monument pour perpétuer sa mémoire⁽³⁵⁾.

★

**Je me souviens de sa personnalité,
par Gösta Mittag-Leffler, octobre 1892**

Sophie Kovalevsky gardera une place éminente dans l'histoire des mathématiques, et son œuvre posthume qui doit bientôt paraître, conservera son nom dans l'histoire de la littérature. Mais ce n'est peut-être ni comme mathématicien ni comme littérateur qu'il sied d'apprécier et de juger avant tout cette femme de tant d'esprit et d'originalité ; comme *personnalité*, elle était encore plus remarquable qu'on ne pourrait le croire d'après ses travaux. Tous ceux qui l'ont connue et approchée, à quelque cercle, à quelque partie du monde qu'ils appartiennent, resteront constamment sous la vivante et forte impression que produisit sa personne⁽³⁶⁾.

★

⁽³⁵⁾Extrait d'une lettre à Stieltjes, dans [Baillaud & Bourguet 1905b, p. 153].

⁽³⁶⁾La fin de [Mittag-Leffler 1892-93].



Sophie à Bordeaux,
buste de Jan-Erik Björk

**Je me souviens de cette impression colossale,
par Georg Brandes, 1893**

Le contenu principal du dernier ouvrage de Sonia Kovalevsky, *Vera Vorontzof*, est une nouvelle qui porte le même nom.

Ces cent cinquante pages laissent une impression que l'on qualifiera volontiers de colossale. Ce qui fonctionne ici, ce n'est pas le parti pris artistique, car tout est dit simplement, à l'ancienne, dans une langue que les principaux personnages ne parlaient pas et qui n'est pas la langue maternelle de l'écrivain. Les faits parlent d'eux-mêmes et c'est un sujet poignant qui s'impose au lecteur en lignes simples et amples, grâce à un traitement modeste qui lui convient parfaitement⁽³⁷⁾.

★

**Je me souviens du nom de M^{me} Kowalewska,
par M. le doyen Darboux, 1893**

Je reproduis ici l'allocution de Darboux, qui présidait le jury de la thèse de Dorothea Klumpke, dans son intégralité, mais comment couper, publiée avec le compte-rendu élogieux de la soutenance dans [Tissandier 1893]. Le texte en italiques au début de la pause page 85 est inspiré d'un paragraphe de ce compte-rendu de soutenance. À noter que, dans cet article, Dorothea Klumpke était nommée « la jeune doctoresse ». Une époque où l'on savait utiliser des mots féminins !

Mademoiselle [Dorothea Klumpke],

Vous vous êtes occupée d'une des questions les plus intéressantes de l'astronomie. Les grands noms de Galilée, d'Huygens, de Cassini, de Laplace, sans parler de ceux de mes illustres collègues et amis, sont attachés à l'histoire de chacun des progrès sérieux dans cette théorie aussi attrayante que difficile des anneaux de Saturne. Votre travail vient nous apporter une contribution qui n'est pas à dédaigner et vous place dans un rang honorable à côté des femmes qui se sont consacrées à l'étude des mathématiques. Au siècle dernier, M^{lle} Marie Agnesi nous avait donné un traité de calcul différentiel et intégral. Depuis, Sophie Germain, aussi remarquable par son talent littéraire et philosophique que par ses facultés mathématiques, s'est attiré l'estime des grands géomètres qui honoraient notre pays au commencement de notre siècle. Il y a quelques années à peine, l'Académie des sciences, sur le rapport d'une commission dont j'avais l'honneur de faire partie, décernait un de ses plus beaux prix qui placera le nom de M^{me} Kowalewska à côté de ceux d'Euler et de Lagrange dans l'histoire des découvertes relatives à la théorie

⁽³⁷⁾Le début de la critique que Brandes [1900, tome III, p. 684] a écrite de [Kovalevskaja 2004] qui ne s'appelait pas encore *Une nihiliste* et qui était paru en suédois ; traduit du danois par Mary-May Nielsen.

du mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe. À votre tour, mademoiselle, vous êtes entrée dans la carrière ; nous savons que, depuis plusieurs années, vous vous occupez, avec le plus grand zèle et le plus grand succès, de la direction des travaux de mesure relatifs à la carte du ciel. Votre thèse, que vous avez préparée en suivant, avec une assiduité qu'il ne nous était pas permis d'ignorer, nos cours de mathématiques supérieures, est la première qu'une femme ait présentée et soutenue avec succès devant notre Faculté pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques. Vous ouvrez dignement la voie, et la Faculté s'empresse de vous déclarer digne d'obtenir le grade de docteur avec toutes les boules blanches.

★

Avec toutes les boules blanches,
c'est-à-dire à l'unanimité.

**Je me souviens des yeux de Sophie,
par Anne-Charlotte Leffler, 1895**

Ma première entrevue avec Sophie, maintenant surtout qu'elle n'est plus, m'apparaît vivante jusque dans ses moindres détails ; elle arriva un soir par le paquebot de Finlande, et mon frère, Mittag-Leffler, lui offrit l'hospitalité. Je vins la voir le lendemain matin.

Nous étions préparées à nous trouver amies, et nous avions tant entendu parler l'une de l'autre que nous désirions également cette rencontre : peut-être même s'en réjouissait-elle plus que moi, car elle prenait un vif intérêt aux travaux littéraires qui m'occupaient, tandis que, pour ma part, une mathématicienne me semblait une abstraction au-dessus de ma portée.

Elle était debout à la fenêtre de la bibliothèque quand j'entrai, et feuilletait un livre. Avant même qu'elle vint à moi, j'avais remarqué un profil sévère et accentué, des cheveux châtain foncé négligemment relevés en une natte, une taille mince d'une souplesse élégante, mais en disproportion avec la tête. La bouche était grande, d'un dessin irrégulier, mais pleine d'expression ; les lèvres fortes et fraîches, les mains petites et fines comme celles d'un enfant, un peu déformées cependant par des veines trop saillantes. Mais les yeux ! C'étaient eux qui donnaient à cette physionomie le caractère de haute intelligence si frappant pour chacun. De couleur indécise, changeant du gris au vert et au brun, grands, brillants, et à fleur de tête, ils regardaient avec une intensité qui semblait pénétrer jusqu'au fond de l'âme ; quoique pénétrants, ils étaient cependant pleins de douceur, de

sympathie, et chacun se sentait prêt à révéler les secrets de son cœur sous l'influence magnétique de ce regard intelligent et chaud. Le charme de ces yeux était si grand, qu'on remarquait à peine leur légère infirmité allant jusqu'au strabisme lorsque Sophie était fatiguée.

Elle se tourna vivement vers moi et s'avança en me tendant les deux mains : son accueil fut cependant un peu contraint ; elle paraissait intimidée, et notre première conversation ne roula que sur son voyage en mer, qui lui avait donné une rage de dents ; je lui proposai de la mener chez un dentiste ; joli but de promenade en arrivant dans une ville inconnue ! Mais Sophie n'était pas de celles qui s'appesantissent sur de légers ennuis⁽³⁸⁾.

★

**Je me souviens que Weierstrass trouvait
les travaux de Sonja originaux,
par Gösta Mittag-Leffler, 1923**

Je ne m'occuperai pas ici de la partie mathématique de la communication de Weierstrass. Je ferai seulement remarquer que des envieux ont essayé de faire croire, que Sonja, en rédigeant sa thèse de doctorat, n'avait pas été aussi indépendante qu'elle aurait dû l'être, et qu'elle devait à Weierstrass plus qu'elle n'avouait elle-même. Les propres paroles de Weierstrass nous sont aujourd'hui une preuve du contraire.

La démonstration que l'équation différentielle

$$\frac{\partial \varphi(x, t)}{\partial t} = \frac{\partial^2 \varphi(x, t)}{\partial x^2}$$

est satisfaite formellement par une série de puissances qui ne converge pour aucun système de valeurs des variables indépendantes, était une des parties les plus originales de la thèse et était à cette époque une découverte de haute importance. [...] Les paroles simples et cordiales de Weierstrass nous montrent mieux que tout commentaire le genre de relations qui existaient entre le maître et son élève dévouée⁽³⁹⁾.

★

Il s'agit de l'exemple, ou plutôt du contre-exemple, lié au théorème de Cauchy-Kovalevskaya, explicité ici page 77.

⁽³⁸⁾Dans [Leffler 1993, Chap. vii].

⁽³⁹⁾À propos d'une lettre de Weierstraß à Sophie datée du 6 mai 1874 ([Bölling 1993, lettre 49]), dans [Mittag-Leffler 1923].

**Je me souviens de cette petite dame d'allure juvénile,
par Georg Brandes**

C'est le destin d'une grande personnalité qui est présenté dans ce livre [il s'agit de celui d'Anne-Charlotte Leffler]. Il nous apporte dans ses pages le souffle d'une existence et d'une vie spirituelle plus riches que celles qu'on a coutume de mener dans les pays nordiques et le public littéraire devrait bien surmonter les préjugés qui sévissent encore au Danemark contre la lecture en suédois, car les écrits de cette qualité doivent être lus en langue originale.

Non que dans la vie de Sonia Kovalevsky, telle que la décrit la Duchesse de Cajanello (Mme Leffler), l'accent artistique ait porté sur le détail ou les petites choses. Ce n'était pas le cas non plus dans le propre roman de Mme Kovalevsky, *Vera Vorontzov*, qui racontait lui aussi l'étonnante histoire d'une femme remarquable et non moins réelle que la romancière. Mais dans ces deux ouvrages, c'est bien d'art qu'il s'agit, enrichissant et essentiel ; avec chez Mme Leffler un talent polyvalent d'attention et d'observation et chez Mme Kovalevsky le don de la reproduction ample, brossée à grands traits. Mais dans les deux cas, l'art y est en tout point sérieux et la matière étonnamment intéressante.

[...]

Ceux qui n'ont connu que superficiellement cette Russe extraordinaire, qu'un caprice du destin — disons plutôt une idée hardie sur laquelle le Professeur Mittag-Leffler insista énergiquement — amena à s'installer en Scandinavie, se souviennent d'une petite dame d'allure juvénile, à la fine silhouette, au regard clair et pénétrant, et d'un visage au teint fané mais presque beau, aux traits incroyablement vifs, marqué d'un profond sillon entre les yeux qui lui donnait au regard des hommes un aspect sinon peu féminin du moins neutre. Son esprit semblait toujours en mouvement et sa conversation, empreinte d'une vivacité inquiète, presque tendue, pouvait se mouvoir pendant une demi-heure entre trois ou quatre langues étrangères, à la recherche de l'expression la plus adéquate⁽⁴⁰⁾.

★

⁽⁴⁰⁾ Extrait d'une critique de [Leffler 1993], dans [Brandes 1900, tome III, p. 691–692], traduit du danois par Mary-May Nielsen.

**Je me souviens qu'elle se moquait de moi,
par Ilia Metchnikov**

Elle travaillait sous la direction du célèbre mathématicien berlinois Weierstrass qui avait déjà un certain âge en ce temps-là. Il tomba amoureux d'elle, ce qui fait qu'il lui donna l'idée de son travail et qu'elle n'eut qu'à la suivre⁽⁴¹⁾.

★

**Je me souviens de la Mathématicienne dans la femme,
par Ellen Key**

L'intérêt de Sonja pour la science donnait de la noblesse et de la fermeté à sa personnalité ; c'était en quelque sorte sa colonne vertébrale spirituelle. La relation de Sonja avec la science a été négligée dans la biographie [celle d'Anne-Charlotte, dont il est question dans ce texte d'Ellen Key] par la décision de Leffler de limiter son évocation de Sonja à une description subjective. Avec le résultat que la personnalité de Sonja apparaît dans la biographie beaucoup moins puissante et cohérente qu'elle ne l'était en réalité. La manière de penser de Sonja, scientifiquement orientée — qui a si profondément affecté sa poésie, sa conception de la vie et ses émotions — est ainsi presque absente de la biographie. La plus grande partie de son génie a disparu. Leffler a voulu montrer la Femme dans la mathématicienne. Mais elle n'a pas montré la Mathématicienne dans la femme⁽⁴²⁾.

★

**Ich erinnere mich an Sonja,
von Karl Weierstraß, 1895, rapporté par Gösta
Mittag-Leffler**

Weierstrass avait déjà brûlé les lettres de Sonja quand la biographie d'Anne-Charlotte Leffler vit le jour. Il ne me cacha pas qu'il aurait préféré que ce livre n'eût pas été publié. À quoi bon présenter au grand public la personnalité si riche de sa Sonja ? « Die Menschen sterben, die Gedanken bleiben » : il eût

Metchnikov était un physiologiste célèbre et un ami d'Alexandre et de Vladimir Kowalevski (d'après [Koblitz 1993, p. 169], c'est grâce à lui qu'Alexandre n'a pas été ruiné par la faillite de son frère). Il avait quelques raisons d'en vouloir à Sophie : d'après [Koblitz 1993, p. 224–225], elle avait repoussé ses avances en 1869 puis, bien plus tard, s'était moquée de sa découverte du rôle des globules blancs, prétendant écrire une pièce sur « le combat des cellules rouges et des cellules blanches ».

Avec toutes mes excuses pour ces traductions multiples maladroites, puisque c'est la dernière fois que je la cite, à la mémoire d'Ellen Key dont Jan-Erik Björk [2002] dit qu'elle est une des plus grand·e·s « stylistes » que la littérature suédoise ait compté·e·s.

⁽⁴¹⁾Cité dans [Koblitz 1993, p. 250].

⁽⁴²⁾Critique de [Leffler 1993], citée dans [Björk 2002, p. 42], une double traduction.

suffi que la haute figure de Sonja passât à la postérité par la seule vertu de ses travaux mathématiques et littéraires⁽⁴³⁾.

★

**I remember how we would have found it difficult
to follow her,
by Fabian Franklin, 1896**

Ses travaux se situaient à un niveau de très loin supérieur à celui de ceux réalisés jusqu'ici par les mathématiciens américains⁽⁴⁴⁾.

★

**Je me souviens de l'éternelle imprévisibilité
de son génie,
par Georg Brandes, 1893**

Du fait de l'amitié qui liait Anne-Charlotte Leffler et Sonia Kovalevsky et à l'occasion de la nécrologie que la première écrivit sur la seconde, la dernière partie du livre [il s'agit d'un livre d'Ellen Key sur Anne-Charlotte], qui prend la forme d'une comparaison aboutie entre ces deux êtres remarquables, leurs talents naturels, leur individualité et leurs facultés inégales, est un morceau de psychologie féminine si bien réfléchi, si consciencieusement et spirituellement construit qu'il jette une lumière nouvelle, et vraisemblablement la bonne, sur ces deux éminentes femmes qui n'ont pas jusqu'ici été étudiées par quelqu'un qui, comme Mlle Key, possédait tous les éléments pour les comprendre. Grâce à sa description, ces deux personnalités qu'après leur mort, sans familiarité et pour plus de concision nous désignerons par leurs prénoms, Anne-Charlotte et Sonia, paraissent vivantes aux yeux du lecteur.

Anne-Charlotte était la santé même, un être équilibré aux sentiments sincères et à l'intelligence solide et claire. Quand elle racontait, elle donnait dans chaque cas priorité à l'essentiel. Sonia, être d'imagination et d'émotion, présentait l'éternelle imprévisibilité du génie. Au cours de la conversation, elle donnait de son propre chef à un quelconque sujet un tour aléatoire,

Le titre de ce « Je me souviens » est emprunté au texte de [Koblitz 1993, p. 271], où il est question des niveaux relatifs des étudiants qui suivaient les cours de Sophie et des meilleurs de Harvard en ce temps-là.

À noter que Fabian Franklin était un professeur de l'université Johns Hopkins dont on a pu dire qu'il avait produit un des résultats vraiment importants des mathématiques américaines du XIX^e siècle.

⁽⁴³⁾ Dans [Mittag-Leffler 1923].

⁽⁴⁴⁾ Cité dans [Koblitz 1993, p. 272].

mais qui le rendait beau et parfait. En l'absence d'un vrai sujet elle « modelait des coquilles de noix », échafaudait des paradoxes amusants et prenait plaisir à les mener à leur terme. La sérieuse Anne-Charlotte prenait parfois trop au sérieux ce mélange pétillant d'humour et de poésie : il s'en suit qu'on trouve parfois dans son livre des imprécisions de jugement sur son amie russe. Anne-Charlotte pensait en questions et réponses, Sonia en images ; dans la nature la première aimait le grand air, la seconde la poésie.

Anne-Charlotte était proche de la réalité, d'où ses qualités et ses défauts d'écrivain. Il n'y avait, dit Mlle Key, « aucune musique » dans son être. Sonia était une rêveuse en constantes vibrations [...]

« Quand Sonia disait bonjour, elle tendait la main avec un mouvement rapide et surpris et les petits doigts nerveux se retiraient ensuite, rapides comme le battement d'ailes d'un oiseau — cette poignée de main incarnait l'être impulsif et émotionnel qu'elle était [...] ⁽⁴⁵⁾. »

★

**Je me souviens de ses brillantes découvertes,
par Elizaveta Litvinova, 1899**

Poincaré et les autres mathématiciens de premier plan suivaient avec grand intérêt les résultats de son travail. Pourtant on pense en général que Kovalevskaja n'était pas un des génies des mathématiques — elle n'a provoqué aucune révolution — mais elle est sans le moindre doute l'égale des mathématiciens les plus talentueux de notre temps. Elle a approfondi les méthodes existantes, les a utilisées de la façon la plus intelligente, les a partagées avec les autres et les a développées. Elle a fait des découvertes tout à fait nouvelles et brillantes et s'est jouée des plus grandes difficultés.

Si elle avait vécu plus longtemps [...] ⁽⁴⁶⁾.

★

⁽⁴⁵⁾Extrait d'une critique d'un texte d'Ellen Key à propos d'Anne-Charlotte Leffler, dans [Brandes 1900, tome III, p. 702], traduit du danois par Mary-May Nielsen.

⁽⁴⁶⁾Cité dans [Koblitz 1993, p. 250].

**Je me souviens qu'elle était dégénérée,
par Paul Julius Möbius, 1900**

On peut donc dire qu'une femme mathématicienne est contre nature ; c'est dans un certain sens une hermaphrodite. Les femmes savantes et artistes sont des produits de dégénération. Il est à noter que ces femmes prennent le type masculin : Sophie Germain a l'aspect d'un homme, la Kovalewski prouve que la femme peut difficilement posséder génie et santé ; elle était nerveuse au suprême degré et les indispositions dont elle souffrait lui firent une vieillesse précoce. La Germain fut un original de bonne espèce, mais la Châtelet présente le type brutal de la dégénérée. Celle dont on peut dire le plus de bien, c'est Caroline Herschel : elle fut de nature féminine, saine et vertueuse, et atteignit un âge assez avancé. Mais on connaît en général trop peu la vie des femmes mathématiciennes pour porter un jugement. C'est une exagération que de parler du génie mathématique de la femme ; aucune n'a trouvé quelque chose d'essentiel, aucune n'a conçu de méthodes nouvelles ; elles furent de bons élèves, pas plus. La biographie de la Kovalewski démontre clairement que tout son travail se réduit à développer les idées de Weierstrass ; Caroline Herschel fut la fidèle assistante de son frère ; lui mort elle abandonna la science. La plus originale a été la Germain⁽⁴⁷⁾.

★

**Je me souviens de sa vie profondément agitée,
par Gino Loria, 1903**

Du reste, même pendant la période héroïque de sa vie mathématique, alors qu'elle travaille au mémoire destiné à recevoir le prix Bordin, Sophie confesse travailler « sans joie et sans enthousiasme ». C'est avec une fougue toute juvénile qu'elle s'est engagée dans la voie qui conduit vers la science, mais sa soif de savoir a été promptement satisfaite ; après avoir eu toutes les velléités de la jeunesse la plus audacieuse, parvenue à l'âge mûr,

Laissons Józefa Joteyko [1904, p. 13] nous « rappeler » qui était Caroline Herschel (pour savoir qui était Józefa Joteyko, voir page suivante) :

Quand [*sic*] à Caroline Herschel [...] une bonne partie de la gloire de son frère, l'émule de Newton, appartient à elle. Caroline fut pour lui pendant quarante ans un ange consolateur et un gardien. En outre elle a à son actif la découverte de huit planètes [comètes] et la compilation de deux précieux catalogues, comprenant plus de mille étoiles et nébuleuses. La Société astronomique de Londres lui décerna, en 1848, la grande médaille d'or.

⁽⁴⁷⁾ Un extrait du livre *Über die Anlage für Mathematik*, publié en 1900, traduit ou fait traduire par Gino Loria et cité dans [Loria 1904, p. 392] ; il ne me semble pas que l'allemand « *die Germain* » sonne aussi vilainement que le français « la Germain » et je n'aurais sans doute pas traduit ce texte consternant de la même façon.

On aura peut-être reconnu la citation, qui arrive au moins pour la troisième fois dans ce livre (voir pages 111 et 211) : l'anathème en question est dû à Strindberg.

Les trente-sept ans viennent du mensonge de Sophie sur son âge déjà mentionné plusieurs fois (voir les notes marginales pages 51 et 112). Lorsque Loria écrivit ce texte, l'article [Mittag-Leffler 1892-93] avait déjà rendu public l'âge réel de Sophie.

elle déclare, mortifiée et contrite qu'« une femme enseignant les mathématiques, c'est une monstruosité inutile et répugnante » et elle en arrive à jeter l'anathème contre les travaux scientifiques !

Le spectacle attristant de cette femme que la nature avait comblée de ses faveurs et qu'un travail peut-être maladroit, certainement excessif, a rendue irritable et disgracieuse, de cette femme qui, à trente ans, trouve la vie trop longue et s'éteint, épuisée, à trente-sept ans, peut et doit servir d'avertissement salutaire pour les jeunes filles inexpérimentées qui, suivant les suggestions d'une vocation réelle ou apparente, se proposent d'adopter les mathématiques comme occupation professionnelle et scientifique ; elles devront, avant de prendre une décision si importante, bien peser si elles possèdent la vigueur suffisante pour supporter durant toute leur vie le lourd fardeau qui attend celles qui aspirent à suivre les traces glorieuses d'Euclide. L'exemple de la vie profondément agitée de Sophie Kovalewski porte à se demander si la règle, le compas et la table des logarithmes ne sont pas des instruments trop lourds pour des bras féminins⁽⁴⁸⁾.

★

Je me souviens de l'illustre Sophie Kovalewski, par Józefa Joteyko, 1904

Józefa Joteyko (1866–1928), qui signe « M^{lle} J. Joteyko », est une physiologiste d'origine polonaise. Après avoir étudié la physique à Genève et la médecine à Bruxelles et à Paris, elle a inventé une sous-discipline, la pédologie, elle a été la première femme (eh oui !) élue professeur au Collège de France (en 1916). Elle a incontestablement cru à Anne-Charlotte, mais ça ne l'empêche pas de répondre ici à l'article de Loria [1903].

Sophie n'est pas malheureuse parce que le travail scientifique ne lui est pas une joie (il faudrait alors expliquer pourquoi cette absence de joie ?), mais son tempérament nerveux, son état de neurasthénie grave qui s'affirme indiscutable, dû en grande partie, sinon exclusivement, à des raisons d'ordre sentimental, lui enlevaient toute joie dans l'existence et montrent la stérilité de tout effort. À trente ans elle trouve la vie trop longue et elle meurt épuisée à trente-sept ans. Combien intéressants sont tous ces détails ! Mais peut-on dire avec M. Loria, que le spectacle attristant de Sophie Kovalewski peut et doit servir d'avertissement « salutaire pour les jeunes filles inexpérimentées qui se proposent d'adopter les mathématiques comme occupation professionnelle et scientifique ». C'est vraiment faire beaucoup

⁽⁴⁸⁾ Un extrait du long article [Loria 1903] sur les femmes mathématiciennes.

trop d'honneur « aux jeunes filles inexpérimentées » que d'établir un parallèle entre ces jeunes filles et l'illustre Sophie Kowalewski⁽⁴⁹⁾ !

★

**Je me souviens qu'elle obtint une collaboration
avec un mathématicien de premier ordre,
par Gino Loria, 1904**

Quant à Sophie Germain et à Sonja Kowalevsky, la collaboration qu'elles obtinrent de mathématiciens de premier ordre empêche de fixer avec précision leur rôle mathématique. Toutefois ce que nous en savons nous permet de donner un dernier coup de pinceau au portrait moral de toute femme mathématicienne : *C'est toujours une enfant prodige qui, à cause de l'étrangeté de ses aptitudes, est admirée, encouragée et puissamment aidée par ses amis et ses maîtres ; dans son enfance, elle arrive à surpasser ses condisciples mâles ; dans sa jeunesse, elle ne réussit qu'à les égaler ; mais arrivée au terme de ses études, lorsque ses camarades de l'autre sexe marchent déjà frais et courageux, elle cherche toujours l'appui d'un maître, d'un ami ou d'un parent ; et après un petit nombre d'années, fatiguée par des efforts supérieurs à ses forces, elle finit par abandonner un travail qui ne lui procure aucune joie, de même que les faibles marcheurs ne ressentent aucun goût pour les longues promenades. Or, si ce tableau est fidèle, et je suis certain qu'il l'est, comment pourrait-on avoir le courage de conseiller à nos sœurs, à nos filles, de prendre comme idéal un tel modèle⁽⁵⁰⁾ ?*

★

**Je ne me souviens pas exactement, mais quelle
importance ?
par August Strindberg, 1907**

C'est un fait que la Lune présente toujours la même face à la Terre... mais dire que ceci dépend de sa rotation est un mensonge ! Le mouvement de la Lune a jusqu'ici défié les attaques

Cette réponse se termine par un sympathique paragraphe :

« On peut se demander si la femme restera toujours l'« éternelle dévouée » ? Il est probable que celles qui, de plus en plus nombreuses, entrent de pied ferme dans le domaine de la science officielle, ne suivront plus l'exemple d'une Caroline Herschel ni d'une Sophie Kowalewski, mais qu'elles sauront vivre pour elles-mêmes et pour leurs idées. »

En passant du particulier au général, on énonce une loi — c'est sans doute l'explication des italiques.

★

Gino Loria est, entre autres choses, l'auteur d'un livre d'histoire des mathématiques « de l'aube de la civilisation au crépuscule du XIX^e siècle » [Loria 1950]. La seule entrée de l'index qui rappelle le nom de Sophie est « Kowalesky, V. ». Pas Sophie, donc. Il est bien question d'un V. Kowalevsky à la page 925 du livre, un gars qui se mariait fictivement, j'ai donc cru à une coquille... lorsque je me suis aperçue qu'il y avait aussi, dans l'index un « Kruxowski » (sans initiale de prénom, le nom de jeune fille, ou à peu près, de Sophie) renvoyant à la même page 925. Difficile de mieux cacher Sophie !

⁽⁴⁹⁾ Dans [Joteyko 1904, p. 14].

⁽⁵⁰⁾ Dans [Loria 1904, p. 339], réponse à la réponse [Joteyko 1904].

Un étrange mélange, avec comme effet de jeter le discrédit sur les travaux de Sophie, qui de toute façon n'était plus là pour se défendre...

des mathématiciens, parce que son cycle de dix-neuf ans est lié au problème insoluble des trois corps. En 1890, on a affirmé que ce problème avait été résolu par Madame Kowalevsky mais c'était un simple mensonge⁽⁵¹⁾.

★

**Ich erinnere mich nicht so gut an Sonja Kowalevsky,
von Felix Klein, 1919**

J'aimerais pour terminer [le chapitre sur Riemann et Weierstraß] dire quelques mots de l'élève bien connue de Weierstraß, Sonja Kowalevsky.



Felix Klein (1849–1925)



Grace Chisholm Young
(1868–1944)

Elle naît en 1850 à Moscou et étudie — nous ne pouvons ici suivre que sa vie mathématique — d'abord comme élève privée de Königsberger à Heidelberg, puis de même à Berlin de Weierstraß, de qui elle devint très proche. Elle ne pouvait pas assister aux cours publics parce que la présence de femmes auditrices n'était pas encore autorisée à cette époque. En 1874, sur la recommandation de Weierstraß, elle est promue à Göttingen in absentia sur la base de son travail sur les équations aux dérivées partielles linéaires : Crelle, Vol. 80 ; où elle est parvenue à démontrer qu'une équation aux dérivées partielles linéaires à coefficients analytiques a des solutions analytiques, une application d'idées de Weierstraß dans ses œuvres de jeunesse, maintenant publiées dans le volume 1 de ses Œuvres⁽⁵²⁾. En 1883, elle devient, grâce à Mittag-Leffler, Privatdozent, en 1884 professeur à l'université privée de Stockholm que dirigeait Mittag-Leffler. À partir de ce moment-là, elle est une célébrité internationale, qui a reçu en 1889, encore une fois avec l'aide de Mittag-Leffler, le grand prix de l'Académie de Paris pour ses recherches sur la rotation d'un corps solide non symétrique. Elle mourut en 1891 à Stockholm.

Quant à sa personnalité, elle n'est en aucune façon épuisée par ses travaux mathématiques. Elle a écrit, entre autres choses,

⁽⁵¹⁾ Cité dans [Björk 2002, p. 37], retraduit par moi.

⁽⁵²⁾ Ce n'est pas la première fois qu'une femme obtient un titre de docteur à Göttingen. Cent ans auparavant, Dorothea Schlözer avait été promue [à ce titre] à l'âge de dix-sept ans avec un travail sur l'économie financière russe intitulé *De re metallica*. Sur son diplôme, on trouve la belle expression *virgo erudita* qui est devenue plus tard *domina doctissima* qui ne signifie rien (note de F. Klein).

des romans, et elle les a vécus ; enfin elle se tenait au centre des intérêts de l'émancipation des femmes⁽⁵³⁾. Il est donc très difficile de porter un jugement clair sur sa personnalité scientifique.

D'un côté les enthousiastes, qui glorifient et louent leur héroïne ; de l'autre les dubitatifs, plutôt enclins à condamner sa vie et ses travaux. Aucun des deux bords ne nous offre de certitude ; car nous savons tous à quel point une trop grande publicité et des louanges trop fortes et, encore, des reproches trop durs peuvent déformer le véritable portrait d'une personne. Le document le plus valable est peut-être l'obituaire que Mittag-Leffler lui a consacré dans le volume 16 d'*Acta Math.*

Nous ne pouvons nous occuper ici que d'une partie de ses travaux, et seulement très brièvement. Nous nous intéressons ici à l'importance de ses travaux mathématiques. La première chose frappante est que ses travaux sont très proches et dans le style de ceux de Weierstraß, de sorte que l'on ne voit pas s'ils contiennent des idées indépendantes ou personnelles⁽⁵⁴⁾. D'autre part, la validité de ses derniers résultats a fait l'objet de doutes ; voir la critique de Volterra sur son travail sur les cristaux doublement réfractants, son article d'habilitation (publié dans *Acta Math.* Volume 6, 1883), où une erreur de principe est exposée⁽⁵⁵⁾ ; de même, on n'est pas complètement satisfait de son travail sur la rotation⁽⁵⁶⁾.

Quoi qu'il en soit, une chose est certaine : Sonja Kowalevsky alliait un intérêt enthousiaste pour les mathématiques à un grand talent de compréhension et une capacité analogue d'adaptation. On peut s'émerveiller que, malgré ses centres d'intérêts nombreux et variés et malgré sa vie pleine de rebondissements, elle ait réussi à faire tant de mathématiques. Et, de toutes façons, nous pouvons lui être reconnaissants d'avoir fait sortir Weierstraß de cette réserve qu'il montrait, autrement, envers tous pour ce qui est des rapports humains, et du fait que le

Grace Chisholm Young était une élève de Felix Klein. Une liste impressionnante de ses activités est dressée dans l'article de Mary Lucy Cartwright [1944] : mathématicienne, elle était mère de famille, joueuse de tennis, auteur de livres pour enfants, et j'en passe. À son arrivée à Göttingen, Grace Chisholm a suivi les cours de Klein avec deux autres étudiantes, américaines (et beaucoup d'étudiants). Sa thèse portait sur les groupes algébriques de la géométrie sphérique. Elle est devenue une spécialiste d'analyse réelle, on trouve un de ses théorèmes (relations entre dérivées à droite et à gauche d'une fonction mesurable) dans [Riesz & Sz.-Nagy 1953, p. 18]. Voici comment elle a décrit (dans une lettre citée dans [Cartwright 1944]) la position de Klein par rapport aux étudiantes :

« [...] il ne soutiendra pas l'admission d'une femme qui n'a pas déjà fait un bon travail et ne peut en apporter la preuve sous forme de diplômes ou d'équivalence [...] en plus, il n'ira pas plus loin sans s'assurer lui-même par un entretien personnel de la solidité de ses prétentions. L'opinion du Professeur Klein est modérée. Il y a des professeurs plus favorables à l'admission des femmes et d'autres qui la désapprouvent. Mais la difficulté principale est à Berlin. Si Hanovre n'était pas réduite à la condition fortement détestée ici d'une province de la Prusse, je n'aurais aucun doute sur le rapide succès de la cause. »

⁽⁵³⁾ Sur sa vie, voir la biographie, parue dans la *Reclams Universalbibliothek* et due à A. Ch. Leffler, la sœur de Mittag-Leffler (note de F. Klein).

⁽⁵⁴⁾ Les lettres que Weierstraß a écrites pour présenter la thèse à la Faculté de Göttingen et dans lesquelles il s'exprime sur sa proximité avec les travaux sont publiées dans les vol. 18 du *Jahresberichte der D.M.V.* (1909, p. 89, p. 93) par Wentscher et Schlesinger (note de F. Klein). Voir [Wentscher 1909 ; Schlesinger 1909] (note de M.A.).

⁽⁵⁵⁾ *Acta Math.*, Vol. 16 (1892/93), p. 153 (note de F. Klein). L'article dont il est question est paru en 1885, voir ici page 147 (note de M.A.).

⁽⁵⁶⁾ Voir page 172 (note de M.A.).

maître nous soit plus proche personnellement, en relation avec l'élève en laquelle il croyait.

Après ce cas singulier, en Allemagne, les études de mathématiques pour les femmes ont pu se dérouler sur des chemins mieux tracés, à partir de l'automne 1893 où le gouvernement prussien, d'abord à Göttingen, admit des auditrices. La première femme docteur en mathématiques sur la base d'un examen normal en 1895 fut Grace Chisholm, aujourd'hui Mme Young⁽⁵⁷⁾.

★

**Je me souviens des yeux de mathématicienne
de Sonja,
par Gösta Mittag-Leffler, 1923**

Franz Joseph Gall, l'« homme aux bosses », est l'inventeur de la phrénologie, au début du XIX^e siècle.



Paul Julius Möbius, un petit-fils de « notre » Möbius (à nous mathématiciens, celui de la bande « de Möbius » que l'on voit ici), Paul Julius Möbius, disais-je, est un neurobiologiste que nous avons déjà rencontré, celui qui trouvait les femmes mathématiciennes dégénérées page 231, et qui a laissé son nom à toute une bande de syndromes. J'imagine que Gösta ne connaissait pas le passage de son livre que j'ai cité ci-dessus.

Mais elle était née mathématicienne, elle avait d'une façon très nette la conformation de l'œil gauche que Gall et Moebius ont reconnu [*sic*] comme caractéristique de l'instinct mathématique ; ce trait a d'ailleurs été enlevé par retouche sur la plupart de ses portraits⁽⁵⁸⁾.

★

**Je me souviens qu'Emmy n'était pas Sophie,
par Hermann Weyl, 1935**

Une comparaison avec l'autre femme mathématicienne de renommée mondiale, Sonya Kovalevskaya, s'impose. Sonya avait certainement la personnalité la plus complète, mais elle avait aussi une nature beaucoup moins heureuse. Pour pouvoir poursuivre ses études, Sonya a dû surmonter l'opposition de ses parents et contracter un mariage nominal, même s'il ne le resta pas. Emmy Noether n'avait, comme je l'ai déjà dit, ni une nature rebelle ni des tendances bohémiennes. Sonya avait un charme, un instinct et une vanité féminines ; pour elle le succès social n'était pas du tout immatériel. C'était une créature de tension et de caprices [...] on voit la tension entre son esprit créatif et

⁽⁵⁷⁾ Extrait de [Klein 1979], des conférences datant du début du XX^e siècle et publiées en 1926, après la mort de l'auteur, traduit par moi. Sur l'entrée des femmes dans les universités allemandes, voir aussi notamment [Rowold 2001].

⁽⁵⁸⁾ Dans [Mittag-Leffler 1923].

sa vie passionnée, et l'auto-dérision avec laquelle elle considère ironiquement ses conflits intérieurs désespérés. Si loin des possibilités d'Emmy⁽⁵⁹⁾ !

★



**Je crois me souvenir qu'elle était tourmentée,
par Marie-Louise Dubreil-Jacotin, 1948**

Elle eut toujours, semble-t-il, une certaine prédilection pour les situations tendues ; c'était un être tourmenté ; elle avait besoin d'être encouragée à chaque nouvelle idée qui naissait en elle : faiblesse de femme, disait à juste titre Mittag-Leffler — mais personnalité combien complexe et attachante⁽⁶⁰⁾.

★

⁽⁵⁹⁾Dans [Weyl 1935].

⁽⁶⁰⁾Marie-Louise Dubreil-Jacotin [1948, p. 263] se souvient visiblement ici non seulement de [Leffler 1993] mais aussi de ce que disait Hermann Weyl.

Ce texte touchant, dans lequel Weyl s'aperçoit que deux êtres humains peuvent avoir des personnalités différentes, même quand ils font le même métier, a été prononcé à la mémoire d'Emmy Noether.

★

La photographie montre Emmy Noether, Marie-Louise Dubreil-Jacotin et son mari Paul Dubreil à Göttingen en 1931. D'Emmy Noether, Marie-Louise Dubreil-Jacotin, une mathématicienne spécialiste à la fois de mécanique des fluides et d'algèbre, et d'ailleurs aussi de navigation à voile et de bridge, et qui ne manquait apparemment ni de charme, ni de perfidie, a écrit [1948, p. 266] :

« Privée des charmes féminins, elle n'avait, de la femme, ni les roueries, ni les perfidies. C'était une âme simple et bonne, sans ambition, pleine de courage et de vie, une amie à toute épreuve. »

N'en étant plus à une digression près, je ne résiste pas à citer ici notre André Weil [1991, p. 52] national :

« Emmy Noether jouait le rôle de mère poule, protectrice, pleine de bonhomie et cacquetant [*sic*] sans cesse [...] Moins désordonnés, ses cours auraient pu être plus utiles [...] »

**Je me souviens de ses confitures,
par une fille des Gyldén, 1950**

Je me souviens de beaucoup de petites choses de la vie quotidienne de la grande Sonya Kovalevskaya. Elle faisait une très bonne confiture et offrait de belles broderies à ses amis⁽⁶¹⁾.

★

**Je me souviens de son théorème
sur les équations aux dérivées partielles,
par Olga Oleinik, 1975**

Son travail a marqué le début du développement d'une théorie générale des équations aux dérivées partielles⁽⁶²⁾.

★

**Je me souviens que Mittag-Leffler se souvenait
de Sonia Kowalewska,
par André Weil, 1982**

Dans cet article publié dans le numéro du centenaire d'*Acta Mathematica*, Weil raconte un séjour d'un mois à Djursholm en 1927, dans ce qui ne s'appelait pas encore l'Institut Mittag-Leffler. Il avait alors vingt-et-un ans et Mittag-Leffler quatre-vingt-un. Je me suis aidée pour la traduction de la relation que Weil [1991, p. 55] a faite lui-même en français du même épisode, neuf ans plus tard (où il a ajouté une méchanceté sur notre Gösta que je n'ai pas jugé utile d'ajouter aussi).

La photographie de Mittag-Leffler publiée dans le volume 50 des *Acta* donne une bonne idée de son allure à cette époque. Il avait l'air d'un oiseau — un oiseau de proie bien sûr, comme l'on peut en voir au Skansen à Stockholm ; frêle mais encore solide, nerveux, montrant peu de signes (au moins à mes yeux inexpérimentés) de sa mort prochaine, en juillet. Le lendemain de mon arrivée, il m'appela pour discuter le projet de monographie [la raison du séjour de Weil en Suède]. Cette conversation et les suivantes sur le même sujet (environ une ou deux fois par semaine) suivaient toutes le même modèle. Cela commençait en français, par quelques phrases à propos de ses travaux précédents sur les séries de polynômes, dont il se souvenait en termes très généraux. Bientôt son esprit se tournait vers ses contacts intimes avec de grands mathématiciens, à commencer par Weierstrass ; et tout naturellement il se mettait à parler allemand. Invariablement, le sujet suivant était Sonia Kowalewska.

⁽⁶¹⁾ Paru dans le quotidien suédois *Svenska Dagbladet* le 8 janvier 1950, cité dans [Kochina 1985, p. 146].

⁽⁶²⁾ Cette opinion d'Olga Oleinik, une spécialiste d'équations aux dérivées partielles, est rapportée dans [Koblitz 1993, p. 242].

Puis, de façon compréhensible, il se fatiguait et glissait au suédois ; ce fut très surprenant pour moi au début, moins après une semaine ou deux ; toujours est-il qu'il sursautait au bout d'un moment en disant : « Mais j'oubliais que vous ne savez pas le suédois ; nous continuerons la prochaine fois » ⁽⁶³⁾.

★

**Je me souviens qu'elle éprouvait
un grand désir de bonheur,
par Pelageya Kochina, 1981**

Ses biographes ont décrit sa vie privée en détail. Mais il y a encore des gens qui la considèrent comme un « bas-bleu ». Non, elle ne l'était pas ! En réalité, c'était une femme avec un grand désir de bonheur ; elle a expérimenté toutes les joies et les douleurs qui peuvent atteindre une femme, menant une vie qui a ouvert la voie aux femmes. Et elle a triomphé brillamment, se faisant un nom en mathématiques et gagnant les cœurs par son œuvre littéraire⁽⁶⁴⁾.

★

**Je préfère ne pas m'en souvenir...
par Lars Gårding, 1983**

Nous ne sommes pas d'accord [...] le 30 janvier 1884 n'est pas un événement important dans l'histoire des mathématiques. Dans l'histoire du mouvement féminin oui, mais pas dans l'histoire des mathématiques, qui est un sujet indépendant des considérations de sexe. D'ailleurs, nous sommes toujours mécontents d'avoir accepté en 1884 ce malheureux article de Kovalevskaya sur la propagation des ondes dans un cristal⁽⁶⁵⁾.

★



Une Sophie officielle, pourtant post-soviétique, mais respectable matrone

Il s'agit de la date du premier cours de Sophie. Voir page 132.

⁽⁶³⁾ Extrait de [Weil 1982].

⁽⁶⁴⁾ Extrait de la préface de [Kochina 1985].

⁽⁶⁵⁾ Lettre à Ann Hibner Koblitz citée dans [Koblitz 1984]. Voir pages 145 sqq.

**... et moi non plus,
par Lars Hörmander, 1983**

Je ne suis pas sûre que c'était très difficile à savoir en 1983. C'est en tout cas très facile en 2006, où il n'est même plus nécessaire d'ouvrir les volumes pour en lire les tables des matières, disponibles électroniquement. La correspondance entre Mittag-Leffler et Poincaré (dans [Nabonnand 1999]) est, elle aussi, éclairante.

★

Après la publication de leurs lettres dans [Koblitz 1984], nos deux grands hommes ont eu l'occasion de s'exprimer à nouveau sur Sophie, Gårding [1998] dans le livre que j'ai déjà mentionné plusieurs fois, Hörmander [1991] dans l'article où il a choisi, traduit (en anglais) et présenté des extraits du journal de Mittag-Leffler dont certains éclairent la question du salaire de Sophie à Stockholm et témoignent de son désir de quitter cette ville (parmi ces extraits figurent ceux que l'on a lus page 212).

Pour ce « je me souviens » comme pour celui de Weil qui suit, je me suis permis de reconstituer ce que Manin et Weil avaient dit à Ann Hibner Koblitz : elle ne les cite pas entre guillemets mais rapporte une conversation.

[...] elle est devenue éditrice à partir du volume 5, mais quelle a été sa participation, personne ne le sait aujourd'hui. Ce que mentionne Gårding, c'est l'article notoirement incorrect publié dans *Acta Mathematica* par Sonja Kovalevsky en 1884. Vous savez certainement que l'erreur en question est souvent mentionnée dans la littérature, comme dans l'obituaire de Mittag-Leffler, l'article de Volterra dans le même volume d'*Acta Mathematica*, l'*Entwicklung des Elementarmathematik...* [sic] de Klein et même dans les *Men of mathematics* de Bell. Je doute qu'il existe un journal dont les éditeurs souhaitent commémorer un tel désastre, quel qu'en soit l'auteur. J'espère que ça clôt la discussion⁽⁶⁶⁾.

★

**Je me souviens maintenant que c'était aussi une
mathématicienne,
par Youri Manin, 1983**

Autrefois, j'y pensais comme à une héroïne du mouvement des femmes plutôt que comme à une mathématicienne. Avec son nom qui est réapparu dans le contexte d'articles de recherche récents en physique mathématique, j'ai changé d'avis. Qu'on recommence à s'intéresser au travail d'un mathématicien au bout de si longtemps, c'est plutôt rare. Il doit y avoir un contenu dans son travail⁽⁶⁷⁾.

★

Un siècle a passé depuis la mort de Sofia Kovalevskaya, pourtant tout ce que sa vie a représenté est encore important aujourd'hui ; sa force de caractère et son talent font vibrer une corde dans la fin de notre siècle⁽⁶⁸⁾.

★

⁽⁶⁶⁾Cité dans [Koblitz 1984]. Il semble bien que Gösta ait négligé de léguer son sens de la diplomatie à ses successeurs ! Les textes de Bell et de Klein auxquels Hörmander fait référence sont ceux de [Bell 1937] (voir le chapitre X) et de [Klein 1979] (reproduit ci-dessus).

⁽⁶⁷⁾Rapporté par Ann Hibner Koblitz [1984].

⁽⁶⁸⁾Cité dans [Kochina 1985, p. 290].

**Je me souviens de ses idées,
par André Weil, 1983**

C'était une « mathématicienne à deux idées ». Vous savez, beaucoup de mathématiciens, et même de très connus, 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, Kovalevskaia 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⁽⁶⁹⁾.

Dans une certaine grande tradition française : un compliment pour l'un-e, une vacherie pour l'autre...

★

**Ich erinnere mich nicht an Sonja Kowalewski,
von z. B. Reinhold Remmert, 1991**

(70)

★

**Finalement, je veux bien m'en souvenir un peu...
par Lars Hörmander, 1991**

En Suède, on proclame que Sonja Kovalevsky est la première femme au monde à être devenue professeur d'université. C'est peut-être exagéré, mais il est vrai qu'elle a été la première en Suède, la suivante fut nommée en 1938⁽⁷¹⁾.

Un pourtant fort joli in-folio, incluant moult informations sur Karl W. (son prof, à Sonja), invoquant maints plus ou moins grands amis, Schwarz, Cantor, Hurwitz, Killing, Gösta, mais pas Sonja, pas du tout, Sonja qui ainsi ici disparut.

★

**... et moi aussi,
par Lars Gårding, 1994**

Sonya Kovalevski a défié une société masculine, ce qui a coloré sa célébrité posthume tant négativement que positivement. Elle a constitué un triomphe pour Mittag-Leffler, qui a prouvé qu'il

⁽⁶⁹⁾Rapporté par Ann Hibner Koblitz [1984].

⁽⁷⁰⁾Dans [Remmert 1991], par exemple, que j'ai choisi parce que c'est un bon livre.

⁽⁷¹⁾Le début de [Hörmander 1991].

était le maître à l'université de Stockholm, l'auteur d'un fait qui est passé à l'histoire⁽⁷²⁾.

★

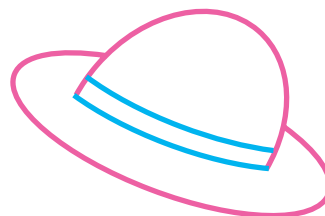
**Je me souviens qu'elle n'aimait pas la peinture
— mais je ne me souviens pas où je l'ai appris —
par Valeri Kozlov, 2000**

Il est intéressant de remarquer que Kovalevskaya, qui avait de si nombreux talents, n'aimait pas et ne fit aucun effort pour comprendre la peinture, la sculpture ou l'architecture. Bien qu'elle ait vécu à Paris pendant assez longtemps, elle n'est jamais allée au Louvre et elle a toujours été indifférente à la décoration intérieure des maisons⁽⁷³⁾.

★

Le dernier membre de phrase vient sans aucun doute de la lecture d'Anne-Charlotte. Je n'ai vu nulle part mentionner le fait que Sophie n'est *jamaïs* allée au Louvre, une affirmation un peu difficile à prouver et qui aurait mérité une référence précise (son journal ?). Il est en tout cas avéré qu'elle a visité des musées et des galeries de peinture en Angleterre pendant l'été 1888.

**I remember Halloween parties in Stockholm,
by Steven Krantz, 2002**



Une des collègues les plus célèbres de Gösta Mittag-Leffler fut Sonja Kowalewska (1850–1891). Elle a vécu quelque temps dans la maison de Mittag-Leffler et le bruit courait qu'ils étaient intimes (elle n'était *pas* sa femme). Parmi les photographies de Mittag-Leffler, on trouve des instantanés pris pendant une soirée de Halloween. Sur l'une d'elles, on peut voir l'adorable Sonja Kowalewska déguisée en chatte⁽⁷⁴⁾.

★

« Kowalewska », les italiques et « Halloween » sont vraiment dans le texte... qui ne précise pas si le dîner de cette soirée mémorable avait été commandé chez *MacDonald's*. Par l'adjectif « adorable », j'ai traduit l'américain *lovely*. La photo figure aussi dans le livre.

⁽⁷²⁾Extrait de [Gårding 1998], traduction en anglais (par Gårding lui-même) d'un texte suédois de 1994, traduit de l'anglais en français par moi.

⁽⁷³⁾Dans [Kozlov 2000, p. 1191], retraduit par moi.

⁽⁷⁴⁾Extrait de [Krantz 2002, p. 124], traduit par moi.

**Je me souviens avoir entendu dire
qu'elle n'avait pas le sens pratique,
par Valeri Kozlov, 2000**

Dans la vie de tous les jours, Kovalevskaya était plutôt étourdie et n'avait pas grand sens pratique, ce qui lui causait souvent toutes sortes de problèmes domestiques. Et la plupart du temps il y avait autour d'elle des hommes qui étaient honorés de l'aider et de la soutenir d'une façon ou d'une autre⁽⁷⁵⁾.

★

**I remember gossip on Sofia,
by Ann Hibner Koblitz, 2004**

Il y a vingt-cinq ans, lorsque j'ai commencé à travailler pour ma thèse sur la mathématicienne, écrivaine et militante Sofia Kovalevskaja (1850-1891), j'ai été surprise de constater que la plupart des mathématiciens que je rencontrais avaient sur elle des connaissances vagues (souvent fausses). Les plus prudents d'entre eux faisaient état de leur « connaissance » sous forme de questions comme « Est-ce que c'est vrai qu'elle couchait avec son directeur et que, dans ses meilleurs travaux, c'est lui qui a tout fait ? » ou « Est-ce qu'elle a vraiment abandonné les maths pour la littérature ? » Mais j'ai aussi rencontré quelques mathématiciens que l'absence de réflexion ou l'arrogance amenait à affirmer avec confiance que tous ses articles étaient faux et que c'est par galanterie qu'elle avait reçu le prix Bordin de l'Académie des sciences. Un mathématicien suédois (dont je tairai le nom) m'a reproché avec condescendance l'intérêt que je porte à Kovalevskaja comme mathématicienne, me disant que, si elle avait bien été un genre de mathématicienne amatrice, le théorème de Cauchy-Kovalevskaja (un de ses résultats les plus connus) était dû à son mari, pas à elle [...]. Et plusieurs personnes m'ont rapporté avec jubilation l'aphorisme, souvent attribué à Hermann Weyl, selon lequel il n'y avait eu que deux femmes mathématiciennes dans l'histoire et que l'une d'entre elles n'était pas une mathématicienne [Kovalevskaja] et l'autre

J'aime beaucoup l'idée de Gösta faisant les courses et Maxime le ménage pour aider Sophie dans ses problèmes domestiques pendant que Nordenskiöld habillait la petite Fufa. Sur la dépendance de Sophie, voir aussi pages 140 et 175.

Décidément, certains mathématiciens suédois ont eu bien du mal, même des décennies plus tard, à digérer l'engagement de Sophie à Stockholm !

⁽⁷⁵⁾Dans [Kozlov 2000, p. 1191], retraduit par moi.



Emmy Noether

J'aime beaucoup le fin sourire d'Emmy Noether sur cette photographie et j'ai du mal à croire que Weyl, qui, nous l'avons vu, la connaissait bien, ait vraiment pu dire que la mathématicienne sereine dont ceci est le portrait n'était pas une femme...

n'était pas une femme [Emmy Noether]⁽⁷⁶⁾.

★

Malheureusement, on dirait que certains mathématiciens sont plus à l'aise avec les anciennes rumeurs et les vieilles histoires sur leurs prédécesseurs qu'avec les résultats des recherches sérieuses. Le livre *Men of Mathematics* d'Eric Temple Bell, par exemple, est toujours très populaire en dépit des nombreuses erreurs qui le parsèment et de l'inexactitude et de la sexualisation de la section consacrée à Kovalevskaya. Et l'histoire un peu particulière des mathématiques au dix-neuvième siècle en deux volumes de Felix Klein (qui jette des doutes sur l'originalité de Kovalevskaya) fait toujours autorité parmi les mathématiciens, même si, comme l'a remarqué Jeremy Gray, les historiens ont appris à la « manipuler avec précautions ».

On trouve encore aujourd'hui des présentations sexistes de Kovalevskaya. Il y a quelques années, l'édition russe de *Playboy* a accolé son visage au corps nu d'une femme en train de se masturber⁽⁷⁷⁾.

★

⁽⁷⁶⁾Dans la recension [Koblitz 2004, p. 39] du livre [Spicci 2002].

⁽⁷⁷⁾Dans [Koblitz 2004, p. 41], traduit par moi.

CHAPITRE XII

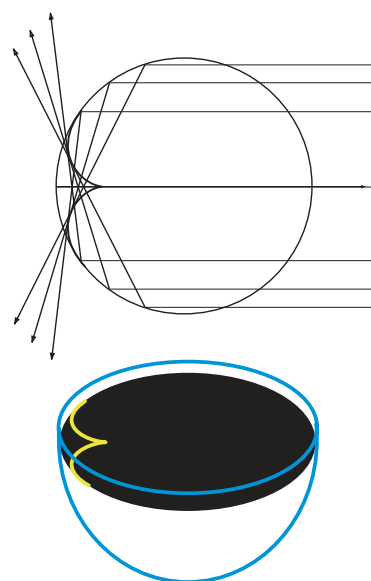
MOI AUSSI, JE ME SOUVIENS DE SOPHIE

Roland ne s'était jamais beaucoup intéressé à la dépouille mortelle de Randolph Henry Ash ; il ne passait pas son temps à visiter sa maison de Russell Street, à s'asseoir là où il s'était assis, sur des bancs de pierre dans des jardins ; ça c'était le style de Cropper. Ce que Roland aimait, c'était sa connaissance des mouvements de l'esprit d'Ash, suivis à la trace par les tours et les détours de la syntaxe, la révélation soudaine, claire et nette, dans une épithète inattendue.

A. S. Byatt [1990]

C'est par les mathématiques que j'ai rencontré Sophie, aussi y aura-t-il encore, dans ce chapitre, des mots mathématiques — mais sans détails techniques — on peut certainement le lire sans tout connaître des notions auxquelles je fais allusion, du moins je l'espère...

En mathématiques, je suis spécialiste de systèmes intégrables et plus généralement de ce que l'on appelle aujourd'hui la « géométrie symplectique ». Cette sous-discipline des mathématiques est issue de la mécanique classique et plus précisément de la façon dont Hamilton l'a présentée, au XIX^e siècle. C'est vrai, mais je dois dire que mon intérêt pour le sujet n'avait, au départ, rien à voir avec la mécanique. Il venait plutôt, s'il faut absolument donner une référence à la physique, des caustiques de l'optique géométrique, ces belles courbes lumineuses que l'on voit se former à la surface de son bol de café quand il y a du soleil. C'est par le contact entre les géométries algébrique et symplectique que j'ai commencé à m'intéresser aux systèmes intégrables (dont le « cas de Sophie Kowalevski » est un exemple), une frontière de la géométrie symplectique dont les objets sont en effet proches de la mécanique.



Les rayons du soleil se réfléchissent sur la paroi du bol et dessinent la courbe lumineuse, la caustique, à la surface du café.

Vers 1990, nous avions à Strasbourg un séminaire sur les systèmes intégrables dans lequel mon collègue Jean-Yves Merindol (qui, lui, se situe plutôt du côté de la géométrie algébrique) avait proposé d'exposer un très bel article de Griffiths [1985].

Quelques mots techniques. Tout ce que j'avais lu auparavant sur ces systèmes et leur traitement par la géométrie algébrique suivait le schéma suivant : on exhibait une paire de Lax, le système différentiel mis sous forme d'une équation de Lax fournissait une courbe algébrique, la courbe spectrale, et donc aussi sa jacobienne, et souvent (c'est ce qu'étudie Griffiths précisément dans son article) on pouvait linéariser les solutions sur cette jacobienne (la jacobienne est un tore, elle a une structure affine canonique, ce qui donne un sens au mot « linéarisation »). Alors qu'en géométrie symplectique, l'espace de phases est feuilleté par des tores, dits tores de Liouville, et le système différentiel s'écrit de façon linéaire sur ces tores. Le lien entre ces tores algébriques que sont les jacobienes et ces tores topologiques que sont les tores de Liouville n'est pas parfaitement clair (c'est un euphémisme). Grâce à Griffiths (merci Jean-Yves) j'eus l'impression que tout devenait limpide : les valeurs propres de la matrice de Lax donnent la courbe, ses vecteurs propres lient la jacobienne de cette courbe aux tores de Liouville.

J'ai donc l'idée (qui me semble si naturelle que je m'étonne encore aujourd'hui que personne n'y ait pensé avant moi) que l'on doit pouvoir utiliser ces vecteurs propres pour faire de la topologie, pour comparer la partie réelle de la jacobienne (une réunion disjointe de tores) au niveau des intégrales premières considéré (une autre réunion disjointe de tores). Je me mets donc à la recherche d'un exemple pertinent et non trivial sur lequel essayer cette stratégie.



Robert Silhol

Sophie, Robert et moi

Dans tous les articles, une liste de cas « classiques » est dressée, ainsi que la façon dont les méthodes que je viens d'évoquer s'appliquent dans ces cas, avec, à l'époque, la rituelle mention : jusqu'à maintenant, on ne sait pas mettre les équations du solide dans le cas de Kowalevski⁽¹⁾ sous forme de Lax (voir par exemple [Verdier 1981]). Heureusement, ça ne va pas durer !

⁽¹⁾Celui que j'ai décrit au chapitre V.

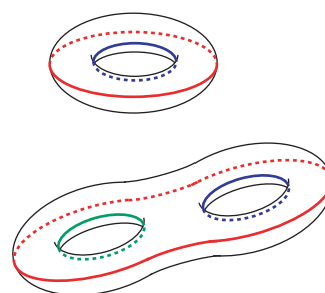
C'est à ce moment-là que je tombe par hasard sur un article dont les auteurs affirment comprendre les tores de Liouville de la toupie de Kowalevski en décrivant la partie réelle de la jacobienne de la courbe de genre 2 utilisée par Kovalevskaya pour résoudre les équations de sa toupie. Je ne comprends pas bien ce qu'ils font précisément, et en plus, leur résultat me semble douteux. Je viens de rencontrer « le cas de Kowalevski » pour la première fois.

Il se trouve justement qu'au même moment, en avril 1991, j'ai l'occasion de me rendre à Toulouse pour y faire un ou deux exposés et que, par chance, les géomètres algébristes toulousains ont invité, en même temps, Robert Silhol, qui est l'un des auteurs de l'article après lequel j'en ai. C'est ainsi que Robert et moi faisons connaissance. Je ne suis pas très diplomate en général, mais en plus, ce jour-là, j'ai une violente migraine, alors je commence par l'agresser un peu, ah ! c'est toi qui as écrit ce papier, ce n'est pas sérieux, ce que vous avez fait, mais heureusement il le prend bien, nous discutons, je suggère d'utiliser les vecteurs propres, et nous décidons de travailler ensemble sur la question.

Et justement vient d'apparaître la paire de Lax du remarquable article [Bobenko et al. 1989] (j'ai rapidement expliqué au § V.2.5 en quoi cet article est remarquable). La courbe spectrale (après une première réduction) est de genre 3, au lieu de 2 comme on aurait pu s'y attendre (puisque, comme l'a montré Sophie, les solutions s'expriment en termes de fonctions ϑ de deux variables), mais il y a une symétrie et les vecteurs propres relient quand même la topologie des tores de Liouville à la géométrie réelle d'une variété abélienne de dimension 2, une « variété de Prym ». Robert connaît bien les espaces de modules des variétés abéliennes réelles, nous travaillons beaucoup, nous nous revoyons en juillet à Strasbourg, en septembre à Paris, ce n'est pas un exemple très facile, mais nous finissons les calculs et la rédaction de l'article [Audin & Silhol 1993] en 1992.

Ensuite je fais, et Robert aussi, pas mal d'exposés, un peu partout, sur la méthode des vecteurs propres appliquée à la toupie de Kowalevski et sur les belles variétés de Prym qui en sont un des outils.

Il y a bien des « mystères » dans le célèbre article [Kowalevski 1889] de Sophie. Par exemple, il y a une courbe de genre 2 (celle du chapitre V), celle dont la jacobienne était le lieu des arguments que j'avais trouvés tellement douteux dans l'article co-signé par Robert. La paire de Lax de [Bobenko et al. 1989]



Le genre d'une courbe complexe (ou d'une surface réelle) est son nombre de trous, respectivement 1 et 2 pour ces courbes copiées sur les figures des pages 95 et 98.



Une courbe (complexe)
de genre 3

fournit, je l'ai dit, une courbe de genre 3 et, déjà à ce moment-là, nous avons trouvé que les relations entre tous ces objets n'étaient pas absolument claires.

Et puis je lis plusieurs articles dans lesquels il est question du « mystérieux changement de variables de Kowalevski », alors ça m'intrigue et je vais (enfin) voir l'article original. C'est à cette occasion que je découvre le plaisir d'aller fouiller dans le coffre de la bibliothèque à Strasbourg, où sont, entre autres, stockés les volumes anciens de nos périodiques, en particulier, le volume d'*Acta mathematica* de 1889. J'avoue que j'admire surtout la belle typographie des formules (voir les équations reproduites au chapitre V).

Sophie, Anne-Charlotte et Jacqueline. Ces années-là, il y a aussi le colloque de l'association *European Women in Mathematics*. C'est au CIRM, un centre de rencontres mathématiques dans les calanques, près de Marseille, en décembre 1991. Je profite de mon passage dans le sud pour travailler aussi un peu avec Robert, mais c'est surtout à cette occasion que je fais la connaissance de Jacqueline Détraz, qui est professeur à l'université à Marseille et qui finit le livre [Détraz 1993] dans lequel elle présente les *Souvenirs d'enfance* [Kovalevskaja 1993] de Sophie, la *Biographie* [Leffler 1993] d'Anne-Charlotte et les travaux de Sophie.

C'est mon premier contact avec la vie de Sophie, sa biographie. Je lirai le livre de Jacqueline Détraz, lorsqu'il paraîtra, bien sûr. On s'en doute sans doute mais je l'avoue quand même, je détesterai immédiatement le texte d'Anne-Charlotte Leffler, avec son ton mélodramatique, je n'arrive pas à croire, à imaginer que Sophie, que quiconque, ait pu faire d'aussi belles mathématiques et avoir été aussi malheureuse, encore moins que la recherche de l'amour ait été sa préoccupation principale. Que les lecteurs qui me croient partielle lisent son texte pour se faire leur opinion !

C'est aussi lors de cette rencontre au CIRM que je commence à craindre le ghetto des femmes : je suis une femme, j'ai donc travaillé sur la toupie de Kowalevski parce que Kovalevskaya est une femme ; c'est ce que tout le monde pense (sauf peut-être les spécialistes de systèmes intégrables, mais ils sont si peu nombreux). J'en acquiesce même une réputation de féministe (ce qui, dans mon cas, n'est pas loin de la vérité, comme disait Sophie de sa réputation de nihiliste, voir page 154) : si féministe que j'ai même travaillé sur les travaux d'une femme...



Jacqueline Détraz

Une parenthèse, le ghetto des femmes. Le ghetto des femmes existe bel et bien, au moins dans nos têtes, dans nos têtes à tous, hommes et femmes. Je viens de l'illustrer. Il est aussi ce qui fait que c'est à une femme que l'on demande d'écrire un texte sur une autre femme — et que l'on ne demande pas à une femme d'écrire autre chose. Les exemples en sont nombreux. L'un d'entre eux a déjà été cité plusieurs fois dans ce livre, il s'agit du livre collectif [Le Lionnais 1948] avec son article écrit par une femme, celui de Marie-Louise Dubreil-Jacotin [1948] dont nous avons rencontré plusieurs extraits...

Participer à une telle entreprise n'implique aucune position féministe comme le montre cet exemple.

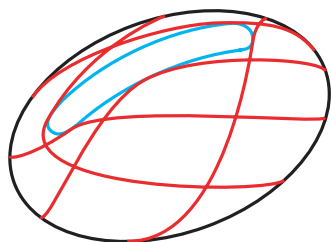
Sophie n'était pas Poincaré. Fin de la parenthèse. Retour à Sophie. On ne parle pas beaucoup de ses mathématiques, on ne dit jamais ce qu'elle a vraiment fait, personne ne dit à quel point ce peut être intéressant. On a même plutôt l'air de s'excuser d'en parler, peut-être un retour de manivelle, ne pas trop avoir l'air de dire que c'est bien, sinon « les autres » vont croire que c'est parce que c'est une femme qu'on le dit, elle n'a rien inventé d'extraordinaire, oui, elle a fait des découvertes brillantes, c'est vrai, elle a eu ces deux idées, surtout celle sur le solide, bien sûr, ce n'était pas un grand génie, mais quand même, elle était bonne, elle s'est jouée des plus grandes difficultés, elle n'a pas révolutionné les mathématiques, mais ses résultats sont de très haute qualité, c'est très ingénieux, peut-être que, si elle avait vécu plus longtemps, une mathématicienne de tout premier plan, elle n'a pas fondé d'école, mais elle était parmi les très bons mathématiciens de son temps, pas pire qu'Untel ou Telautre en tout cas, elle avait d'ailleurs un goût mathématique très sûr, c'est elle qui a poussé Mittag-Leffler à lire Poincaré, elle était si enthousiaste, parce que lui, il n'y comprenait rien, elle dialoguait sur un pied d'égalité avec les meilleurs, d'ailleurs Weierstraß disait qu'elle était la plus douée de ses élèves, mais vous avez bien compris, faut-il vous préciser le sens des mots, la plus douée, ça ne veut peut-être pas dire la meilleure...

Parce que, bien sûr, pour la déclarer « bonne », il faut la classer, meilleure que celui-ci, mais moins bonne que celui-là, comme si l'on déterminait l'intérêt de l'apport d'un scientifique en le rangeant, comme on range les candidats à l'entrée au concours de telle ou telle école, oui, elle était bonne, mais, bien sûr, ce n'était pas Poincaré...

Ah! non, ce n'était pas Poincaré, combien de fois l'ai-je entendu? Ce n'était pas Poincaré, c'était Sofia Kovalevskaya.

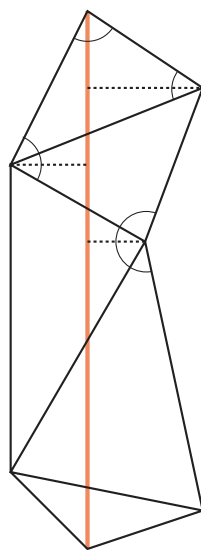
D'ailleurs, qui était Poincaré, à part Poincaré lui-même, bien sûr ?

Quant à moi, eh bien, je suis une mathématicienne (et je ne suis pas non plus Poincaré), alors je continue à travailler, j'applique encore l'idée des vecteurs propres, eh oui, comme André Weil nous l'a expliqué, et comme je l'ai rapporté ici page 241, quand on a une idée, on l'exploite ! Je traite un autre exemple, celui des géodésiques des quadriques — en termes plus compréhensibles il s'agit des « plus courts chemins d'un point à un autre » sur des sphères un peu aplaties (des ellipsoïdes) ou d'autres surfaces de même nature — à propos duquel j'écris un article [1994].



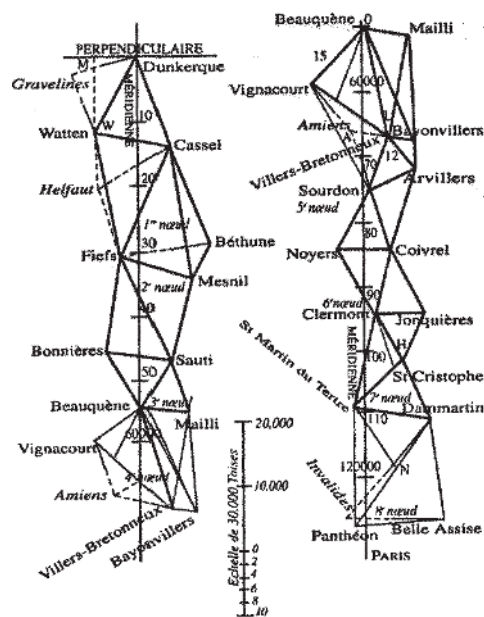
Une géodésique d'un ellipsoïde

Sur cette figure, la géodésique est la courbe rouge. La courbe bleue est une « ligne de courbure », elle délimite une partie de l'ellipsoïde où la géodésique ne pénètre pas.



Mesure d'un arc de méridien par triangulation

On mesure des angles en visant une tour, une église et, quand on connaît les angles et un côté d'un triangle, on en déduit par un calcul trigonométrique, les longueurs de tous ses côtés. On détermine ainsi la longueur de l'arc de méridien.



J'aime beaucoup les histoires de ceux qui ont vraiment fait des mesures de la Terre, après tout, nous sommes dans les années du bicentenaire de la mesure de la méridienne par les astronomes Delambre et Méchain, alors je commence cet article par la mention du général russe Schubert, que je connais comme l'homme que cite Weierstraß [1861] parce qu'il a mesuré les axes de l'ellipsoïde terrestre (les mesures que j'ai rapportées ici au chapitre III). La pensée ne m'effleure pas un instant que notre général ait eu un rapport avec Sophie, à laquelle je ne pense d'ailleurs pas.

Je pense un peu plus à un autre système intégrable, le système de Toda, j'écris d'autres articles, un livre [1996], dans lequel j'inclus un chapitre sur la toupie de Kowalevski et des figures copiées dans l'article d'Аппельрот (Appelrot) [1940], dont on vient de me rapporter une photocopie de Moscou, et je mentionne le livre de Golubev [1960]. Je pense à autre chose, j'ai maintenant une certaine reconnaissance, sur le sujet en particulier. J'ai oublié Sophie depuis longtemps.

Sophie à la bibliothèque. Elle est pourtant présente, Sophie. Par exemple, parce qu'il y a sa photo sur un des murs de la bibliothèque à Strasbourg, une des grandes affiches publicitaires de l'éditeur Springer représentant des mathématiciens. Elle est là sous la forme du portrait que nous avons vu ici page 168. Elle n'est pas seule, bien sûr, plusieurs de ses collègues lui tiennent compagnie. À part du sien, je me souviens surtout du portrait de Hilbert avec son chapeau. Elle a acquis une fonction décorative.

Sophie en Russie. Elle est présente aussi grâce aux collègues russes, à Alexei Reyman, notamment, avec lequel je discute pas mal ces années-là, mais aussi à beaucoup d'autres, dont je vois bien qu'ils portent une appréciation bien plus positive sur l'article [Kowalevski 1889], qui a bien sûr été traduit en russe et est, là-bas, plus populaire (comme le montrent par exemple l'article [Appelrot 1940] — Appelrot devait être un très vieux monsieur, il a écrit un article sur le solide dès 1892 — et le livre de Golubev [1960]) — comme quoi parfois le nationalisme a du bon. L'institution russe a attendu que Sophie soit célèbre et acceptée ailleurs pour la reconnaître et la récupérer, mais elle a quand même fini par le faire.

Ambiance Sophie

Je continue à travailler. Arrivent les années 2000. Il y a le théorème de Morales et Ramis à la popularité duquel je vais contribuer (par le livre [Audin 2001] et l'exposé [Audin 2002]) et qui relie l'intégrabilité d'un système à une certaine forme de régularité des solutions, ce que j'ai évoqué à la fin du chapitre V. Alors ça me donne envie de retourner lire l'article de Sophie.

Andrei et Sophie. Il y a aussi Andrei Bolibroukh, qui vient à Strasbourg chaque année. Nous nous voyons un peu, pour des raisons professionnelles et aussi familiales. Andrei adore les

mathématiques. Il adore en discuter. Avec tout le monde. Il est passionné. Il parle avec moi, il me parle en particulier de Sophie dont il admire le travail et la brillante personnalité. C'est peut-être à cause du ghetto des femmes qu'il m'en parle, peut-être aussi parce qu'il sait que j'ai écrit l'article avec Robert, qui sait ? On ne saura plus.



Andrei Bolibroukh
(1950–2003)

à gauche de la tribune, lors du Congrès célébrant le cent cinquantième de la naissance de Sophie, à Moscou en 2000

Puis il y a un article que je lis assez longuement, puisque je suis l'arbitre utilisée par le journal, et dans lequel Andrzej Maciejewski et Maria Przybylska [2005] redémontrent en utilisant le critère galoisien de Morales et Ramis (un théorème de Ziglin [1983] que j'ai mentionné au chapitre V et qui dit) que le solide pesant n'est intégrable, au sens de Liouville, que dans les cas évoqués ci-dessus (Euler, Lagrange, Kowalevski).

Une ambiance Sophie est dans l'air, dans le mien en tout cas, mais pas seulement, on va le voir. Fin 2004, les choses s'accélérent et elle se met à occuper l'espace, mon espace en tout cas.

En octobre 2004, je vais à Bordeaux, j'y fais une série de conférences, je discute avec des collègues, Alain Yger me fait visiter la bibliothèque, qui s'orne d'un buste bleu-vert réalisé par Jan-Erik Björk et représentant Sophie (une version colorée de celui qu'il a confectionné pour le jardin de l'Institut Mittag-Leffler à Djursholm), celui présenté ici page 223.

En novembre, je suis encore une fois au CIRM à Marseille lorsque je décide de me pencher sur le solide, moi aussi. À cause d'Andrei. Je fais un exposé autour de l'article de Sophie au « colloque Bolibroukh », un colloque international organisé à sa mémoire à Strasbourg. J'en reparlerai en janvier 2005 au congrès franco-islandais à Reykjavík, un article écrit en français

par une femme russe et publié dans un journal scandinave!... Quelle aubaine! Je suis candide et j'ignore absolument à ce moment-là les opinions violemment négatives sur Sophie exprimées il y a à peine vingt ans par les éditeurs dudit journal — voir [Koblitz 1984] et ci-dessus les « souvenirs » de Gårding et Hörmander. Le congrès a d'ailleurs été ouvert par la ministre islandaise de l'éducation, qui nous a expliqué que les jeunes Islandais manquent de modèles de mathématiciens. Je me lance plutôt sur ce thème-là, en voilà, un modèle.

J'écris un article [2007] pour le volume du colloque à la mémoire d'Andrei Bolibroukh, moins bien que je ne l'aurais voulu, merci à Andrzej Maciejewski de m'avoir signalé quelques erreurs dans une première version.

Eussé-je connu les opinions des éditeurs suédois d'*Acta Mathematica* en 1982, que j'aurais fait le même exposé, mais peut-être en me sentant plus militante...

Sophie au BHV. Quelques mois plus tôt, la traduction en français [Kovalevskaja 2004] du roman *Une nihiliste* est parue, j'ai aperçu le livre sur une table de la librairie Kléber (pendant que Jean-François Peyret le découvrait au BHV, mais ça, je ne le savais pas) et, bien entendu, je l'ai acheté et je l'ai lu. Sans vraiment d'enthousiasme, je l'avoue.

J'ai trouvé beaucoup plus de choses intéressantes dans ce roman quand j'ai commencé, quelques mois plus tard, à me pencher sur la personnalité de Sophie et que j'y suis revenue.

Le cas de Sophie K, de Jean-François Peyret

Un soir du printemps 2005, je reçois un coup de fil de Jean-François Peyret, que je ne connais pas, pas encore, et qui m'appelle pour me parler de théâtre et de Sophie. Il me dit plus précisément qu'il monte une pièce (c'est ce que je comprends) sur Sophie. Ignare que je suis devenue quant au théâtre depuis plusieurs années, j'avoue que je crains le pire : j' imagine un spectacle fondé sur la vision d'Anne-Charlotte, une héroïne explorée mourant d'amour avant le baisser de rideau — style *la Bohème* de Puccini. Jean-François me dit quand même qu'il a lu [Détraz 1993] et contacté Jacqueline Détraz et que celle-ci lui a dit de m'appeler aussi. En réalité, je ne le sais pas encore mais Jean-François a « tout » lu, c'est grâce à lui que je vais lire la plupart des textes que j'ai cités dans ce livre... La mention de Jacqueline, une mathématicienne, me rassure un peu, je garde pourtant mes réticences, à cause aussi du ghetto des femmes. En plus j'ai un peu de mal à quitter Strasbourg en ce printemps.

Le cas de Sophie K
 Un spectacle de Jean-François
 Peyret et Luc Steels
 Scénographie Nicky Rieti
 Musique Alexandros Markeas
 Vidéo Pierre Nouvel et Valère
 Terrier
 Dramaturgie Marion Stoufflet
 Web Agnès de Cayeux
 Productrice Claire Béjanin
 avec
 Olga Kokorina,
 Elina Löwensohn,
 Alexandros Markeas
 Nathalie Richard,
 Graham F. Valentine
 créé au Festival d'Avignon
 en 2005

Le laboratoire. Je finis quand même par aller passer un après-midi à Chaillot avec la bande à Peyret et j'avoue aussi que je suis complètement séduite. Laissez-moi vous raconter comment ça s'est passé.

C'était donc en juin et il pleuvait — je campe le décor — j'ai retrouvé Jean-François dans un bistrot de la place du Trocadéro, nous avons, disons, fait connaissance, puis nous avons traversé la place — sous la pluie — et nous sommes entrés à Chaillot — par l'entrée des artistes, j'étais très impressionnée — puis dans la salle de répétition, un espace que je n'appréhendais pas très bien, mais dont j'ai vite compris un sous-espace essentiel, la table, nous nous sommes présentés et ils — surtout elles d'ailleurs — ont commencé à me poser des questions, autour de la table où nous avons passé l'essentiel de la journée. Si j'avais cru venir me détendre en passant un après-midi au théâtre, eh bien... J'ai répondu à des questions, des questions de mathématiques, techniques, à divers niveaux, des questions sur la façon dont je travaille, parce qu'il s'agit quand même d'un spectacle sur Sophie, alors ils veulent comprendre comment ça fonctionne, un cerveau de mathématicien-ne, dans le cas de Sophie, dans les nôtres — je ne suis pas la première qu'ils rencontrent — Elina Löwensohn, son regard, me demande x , y , c'est abstrait, ça ne nous dit rien, qu'est-ce que vous voyez quand vous entendez x et y , des courbes, je dessine des courbes, Olga Kokorina découvre qu'elle ignorait qu'elle ne connaissait pas de racine carrée aux nombres négatifs, je m'en souviendrai en juillet à la Chartreuse en l'entendant « imaginer la racine carrée de -1 », ça dure plusieurs heures, il y a des toupies, des courbes de genre 2, des nombres complexes, dans lesquels on peut contourner les problèmes, j'explique et je dessine toujours, puis les trois actrices commencent à improviser un peu, Nathalie Richard chasse une mouche que nous ne voyons pas mais qui la gêne, c'est du pur Tchekhov muet, c'est un état très préliminaire, le texte — il faut dire la partition — n'est pas encore fixé, comme l'écrira si bien Clio Lacroix [2006] :

Au début du travail, il y a une somme de textes de toutes sortes qui servent de matière aux improvisations des comédiens selon ce qui « résonne en eux ». Seuls les mots écrits seront prononcés et, par « érosion », au fil des répétitions le spectacle se forme.

Par exemple pour Sophie K « il y a eu plusieurs centaines de pages de matériaux concernant les mathématiques de Sophie Kowalevski, la révolution scientifique de son temps, la théorie du chaos, la crise du déterminisme,

des textes de Poincaré, des matériaux biographiques la concernant, ses écrits littéraires, etc. pour finir avec 45 pages ». Le spectacle adopte la forme discontinue des souvenirs vagabonds, remémorés au gré des associations d'idées.

Pourtant on a déjà le découpage en plusieurs plans, un spectacle cubiste, diront les critiques, toujours une des comédiennes filmée en vidéo dans le couloir et projetée en gros plan sur le fond du plateau, oui, il y a trois actrices, Elina, Olga, Nathalie, il y a aussi un acteur, Graham Valentine, mais il n'est pas là ce jour-là, l'époustouflant musicien, Alexandros Markeas, n'est pas là non plus, le piano est là, lui, on n'est pas dans une mansarde mais dans un salon bourgeois, quant à la romantique héroïne poitrinaire, sachez qu'il n'y a pas de camélias non plus, d'ailleurs, dans ce spectacle, Sophie ne mourra pas, en tout cas on ne dira pas comment elle meurt, Jean-François Peyret ne fait pas dans la biographie. Une pause pour les actrices, retour à la table, et les questions reprennent, je parle d'équations algébriques, je ne sais plus pourquoi, je me retrouve à dire $-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}$... sur $2a$ complète Claire Béjanin...

Ensuite nous avons dîné, toujours à Chaillot, magnifique vue panoramique, la tour Eiffel, celle de Sophie, toujours en parlant de mathématiques. Mais j'ai déjà été bien longue.

Puis il y a Avignon, où je passe quelques jours à la Chartreuse avec la même bande et où j'adore le spectacle fini (?). Il y aurait là aussi des choses à raconter, mais assez de digressions ! Pour ce qui intéresse ce livre, sachez que c'est ainsi et là que j'ai rencontré et adoré le texte d'A. S. Byatt que je triture pages 177 sqq.

J'écris, sous le titre « Le cas de Sophie K. (de Jean-François Peyret) », une critique pour la *Gazette* (le journal que reçoivent tous les membres de la Société Mathématique de France) [2005], excusez-moi du peu, mais j'ai cru comprendre que c'est le genre de peu qui plaît à Jean-François... La *Gazette* n'est pas *Nature*, mais enfin...

Le printemps de Sophie

Le printemps de 2006 est, pour moi, le printemps de Sophie.

Sophie à la BNF. Le plus gros morceau est l'épisode de la BNF, la série *Un texte, un mathématicien*, dans laquelle Martin

Andler me demande de faire un exposé, en suggérant que je le fasse à partir d'un texte de Sophie, une proposition qui m'intéresse (et m'honore). Ce sera le 5 avril, un grand auditorium de la BNF, une salle de 350 places presque pleine, dans une actualité politique un peu difficile, celle où la plupart des jeunes qui ont un peu d'énergie la concentrent sur les manifestations contre le CPE, ce qui coûte à Sophie presque tous ses auditeurs lycéens potentiels.

Mais auparavant, il y aura eu la reprise de mon article [2005] de la *Gazette* par le journal de Chaillot — il va sans dire que si Jean-François Peyret est heureux qu'on parle de lui dans des journaux scientifiques, je suis très fière que mon article soit ainsi republié — j'aurai aussi écrit le résumé de la conférence, un article [2006] assez grand public paru dans un dossier consacré à Sophie par le magazine *Tangente*.

Pendant ce temps, j'ai commencé à écrire, un texte intitulé *Mon choix de Sophie*, qui a été l'embryon de ce livre, pour lequel je me suis mise à lire plus ou moins tout ce que je trouvais sur Sophie. J'ai lu d'abord l'article de Mittag-Leffler [1923] sur Sophie et Weierstraß, celui que j'ai abondamment cité ici. Si j'ai commencé par celui-là, c'est parce que la phrase sur la conformation de l'œil gauche des mathématiciens, entendue dans *le Cas de Sophie K* et que l'on a lue ici page 236, m'avait intriguée... Le reste en a découlé tout naturellement.

Et il y a le théâtre. Car en parallèle avec toute cette activité, il y a la reprise du *Cas de Sophie K* à Chaillot.

Sophie, Jean-François et Émilie à la BNF. Le 3 mai, encore une rencontre, sur le thème théâtre et mathématiques, à la BNF, avec Jean-François Peyret. Je suis très surprise qu'il y ait moins de monde, beaucoup moins de monde que pour la conférence de mathématiques. D'après Jean-François, « théâtre et truc », ici truc = mathématiques, ça ne marche jamais, et de toute façon, personne ne va jamais au théâtre en mai.

Il faut dire que « notre » débat fait l'objet d'une concurrence déloyale... J'ai l'impression d'essayer d'entraîner quelques auditeurs sur un des sentiers escarpés de la création ouverts par cet athlète de la pensée (là je m'essaie au style métaphorique à la Gösta) qu'est Jean-François, alors que les autoroutes de la culture drainent les foules dans le sillage de personnalités aussi médiatisées qu'Élisabeth Badinter et Tzvetan Todorov, vers Émilie du Châtelet devenue, à trois cents ans, une capitale des Lumières (et, irrésistiblement, une lumière de la capitale).



La démarche qui nous amène en ces lieux, Jean-François et moi et avec nous Sophie est certes plus singulière... Émilie du Châtelet contre Sophie Kowalevski, bizarre programmation. En tout cas, notre salle est loin d'être pleine. Quelques semaines plus tard, je me consolerais de cet échec en me disant qu'un bon gros match France-Truc aurait peut-être vidé l'autoroute sans perturber l'escalade.

Sophie à Chaillot. Puis le lendemain, *le Cas de Sophie K* à nouveau, à Chaillot cette fois, encore plus beau, plus précis, plus parfait qu'à Avignon, les trois sœurs, parfaites, un nouvel acteur, Étienne Oumedjkane, Markeas à nouveau, le génial musicien qui improvise au piano, sa musique fait tourner une toupie sur un écran⁽²⁾, laissez-moi évoquer encore ici la perfection de l'image vidéo, gros plans sur les yeux, les bouches de deux des actrices qui alternent dans un texte plutôt difficile de Poincaré sur la création scientifique, elles sont filmées dans la loge, au maquillage, à qui est l'œil, à qui est la bouche, oui, il y a un miroir, non, ce n'est pas un spectacle facile, et à cet endroit précis je pense, mathématique, ton nom est femme...

Spectacle magnifique et difficile, je suis comblée, mais suivi d'un débat épuisant, organisé par les Bars des Sciences, nous sommes debout pendant une heure, face à la salle où sont restés quelques spectateurs, et ce n'est pas très intéressant, l'extraordinaire persistance de l'idée du « malheur de Sophie » continue à faire ses ravages, la journaliste qui anime la discussion n'a pas aimé, ou pas compris le spectacle, après tout, la scène se passe dans un théâtre, je veux dire cette discussion et, on le sait, le théâtre, ça ne peut pas marcher tous les jours.

De la rigueur (suite). Encore un exemple d'absence de rigueur, plutôt rigolo. Il concerne ce pauvre Strindberg (comme aurait peut-être écrit Eric Temple Bell), qui, nous le savons, a dit ou écrit ceci ou cela sur Sophie, je l'ai déjà longuement cité. Mais n'en rajoutons pas : au cours d'un des débats auxquels j'ai participé au printemps 2006, j'ai entendu quelqu'un citer le début de la phrase

[...] de Strindberg révolté à l'idée qu'on nomme Sophie, une femme, à un poste de professeur [...]

⁽²⁾ Alexandros Markeas a été récompensé par un prix de la critique en juin 2006, le prix du meilleur compositeur de musique de scène, pour *le Cas de Sophie K*.

Émilie du Châtelet (1706–1749) n'était peut-être pas une mathématicienne au sens où nous l'entendons aujourd'hui mais était certainement une scientifique et une femme de lumières : on lui doit notamment la traduction en français (*cum commento*) des *Principia* de Newton, parue en 1759 — elle avait donc tout à fait sa place dans ce livre.

Dans un article que j'ai déjà cité, Loria [1903] l'introduit comme « prototype des "femmes savantes" qui pullulent alors dans les salons parisiens ». Élégant, non ? Dans un paragraphe d'une rare violence il donne de celle qu'il appelle « la belle Émilie » une image sexualisée à l'extrême et dénigre absolument tout ce qu'elle a fait, avec sa « physionomie repoussante ». Józefa Joteyko répond, à propos de notre marquise :

« Émilie du Châtelet, proclamée par Arago comme un "génie en géométrie", auteur de nombreux volumes, est indigne de toute mention suivant M. Loria à cause de sa vie dévergondée. Combien plus juste et humaine nous paraît l'opinion de Rebière, affirmant que les œuvres de la marquise du Châtelet défendent sa mémoire. Et puis, la critique scientifique n'a pas à se préoccuper de la vie privée des personnages ; la marquise du Châtelet n'a péché que par légèreté de mœurs, alors que ses partenaires célèbres n'ont nullement été inquiétés. »

En cette année de son tricentenaire, rendons hommage à cette femme exceptionnelle et à ses travaux.

(qui figurait dans la présentation du *Cas de Sophie K*) sous la forme « il paraît que Strindberg pensait qu'on ne devait pas appeler une femme Sophie ». Joli contre-sens ! Mais remarque inexacte et surtout peu rigoureuse encore une fois. Lisons au moins les phrases jusqu'au bout !

Sophie à Mauvais Genre. Et la semaine suivante, à la demande de Rebecca Rogers, un exposé pour le groupe *Mauvais Genre* à Strasbourg, historien-ne-s, sociologues, germanistes, anglicistes, slavisant-e-s, un public divers et difficile pour moi qui aime bien parler de mathématiques. C'est pourtant dans ce séminaire que j'ai fait la connaissance de Nadiejda Souslova, dont j'ai parlé ici page 38, grâce à Natalia Tikhonov, une historienne spécialiste de l'entrée des femmes dans les universités.

Sophie à la radio. J'aurai aussi participé, le 31 mars, à une émission de radio, sur *France Culture*, annonçant la conférence à la BNF, certes, mais quand même, presque une heure consacrée aux mathématiques, à Sophie et au théâtre, je dis « presque » parce que la même actualité politique décidément contrariante avait programmé une intervention du Président en plein milieu de l'émission, et non, celle-ci n'a pas été interrompue mais elle a été écourtée, l'équipe du *Cas de Sophie K* est représentée par la dramaturge, Marion Stoufflet, je dirai quelques-unes des choses auxquelles je tiens, je parlerai un peu de mathématiques — et Martin Andler aussi, même s'il dira, lui aussi, là encore, que, quand même, Sophie n'était pas Poincaré... Et puis, cerise sur le gâteau, le 25 mai, encore la radio, une heure sur *France Inter*, l'émission, plus superficielle, s'appelle « Quand je serai grand », ce n'est plus *France Culture*, un journaliste qui reçoit chaque jour un footballeur, une infirmière, un chanteur d'opéra et aussi, donc, en sandwich entre une grande reporter (la veille) et un ancien truand (le lendemain), une mathématicienne. Ça fait partie de la promotion du *Cas de Sophie K*, alors je parle aussi de Sophie.

À la fin de tout ça, j'ai fini par lire plus ou moins tout ce qui a été écrit et/ou traduit (en français, anglais et même, plus difficilement, allemand) sur Sophie, tous les passages ou chapitres consacrés à elle dans les livres sur les hommes des mathématiques, les mathématiciens importants, les mathématiciens remarquables, le développement des mathématiques au XIX^e siècle, entre autres les livres [Klein 1979 ; Bell 1937 ; Kline 1972 ; Wufing & Arnold 1975 ; James 2002].

Nul n'est mathématicien s'il n'est un peu poète. Comme on le voit, je suis aussi (enfin!) séduite par la personnalité de Sophie. Grâce au spectacle, j'ai découvert que Sophie disait que, pour être mathématicien, il faut être poète, une opinion qu'a aussi exprimée Weierstraß (comme nous l'avons vu page 44... et aussi page 69), une opinion que je défends, à mon petit niveau, depuis longtemps, les mathématiques sont un langage, que beaucoup de gens parlent, lisent ou même écrivent (comme dans la langue naturelle nous écrivons, par exemple, à notre percepteur), dans lequel seuls ceux ou celles qui ont des idées, de l'imagination et un certain sens esthétique créent. Quant à Sophie...

Je ne vais pas tarder à penser comme Roger Cooke [2002a], c'est toujours moi qui traduis :

[...] plus je réfléchis à sa vie, plus je considère l'importance de ce qu'elle a réalisé, comparée à la taille des obstacles qu'elle a dû surmonter, plus je l'admire. [...] Pour s'aventurer, comme elle l'a fait, dans le monde universitaire, un monde que presque aucune femme n'avait encore exploré, pour avoir été, en conséquence, un objet de curiosité, surveillée par une société dubitative qui espérait à moitié qu'elle échoue, il fallait un courage et une détermination fantastiques. Obtenir, comme elle l'a fait, au moins deux résultats importants et durables, met en évidence un talent considérable développé par une discipline de fer.

Des histoires que je n'ai pas racontées

J'avais presque terminé d'écrire ce livre lorsque je me suis aperçue que j'y avais assez peu parlé de la vie sentimentale de Sophie. Ce n'était pas délibéré, en tout cas pas conscient, mais j'en suis finalement assez satisfaite.

Ce que j'en sais, ce qui m'importe : sa vie difficile avec son mari Vladimir, qui joue clairement un rôle parfois déterminant dans ses choix, dans sa carrière ; son (dernier) amour pour Maxime, parce qu'enfin elle se voyait heureuse professionnellement, intellectuellement, personnellement, au moment où elle est morte.

Ce que j'en sais, ce que j'en ai raconté, ce sont des histoires avérées, elle-même en a parlé avec ses amis, dans son courrier. Le reste ? Il est certain que, femme unique et remarquable évoluant dans des milieux masculins, elle a bien dû tomber amoureuse ici ou là, et l'on trouvera sans difficulté des allusions à tel ou tel

Nos contemporains surpassent leurs prédécesseurs : Bell s'était contenté de l'insinuation sur les relations entre Sophie et Weierstraß, dont au moins la fonction — impliquer la dépendance scientifique de Sophie — était claire... L'insinuation de Kozlov sur ses relations avec Runge (ici page 82), de même que celle de Krantz sur Mittag-Leffler (ici page 242), sont, elles, totalement désintéressées.

nom dans d'autres livres sur Sophie, dans d'authentiques biographies, nous avons rencontré ici Vollmar et Nansen, qu'elle aurait pu aimer. La plupart de ces histoires relèvent plutôt de l'insinuation ou de la rumeur. Il n'est que plus certain qu'elle a elle-même rencontré beaucoup de succès (voir l'affaire Metchnikov page 228), je verrais bien une façon « féministe », et après tout vraisemblable, de retourner les insinuations de Bunsen, serait-il si extraordinaire d'imaginer qu'il lui en ait voulu parce qu'elle avait repoussé ses avances ? Mais après tout, est-ce que ça nous regarde ? Je ne pose pas la question par prudence, je me demande si ça nous intéresse vraiment. Je me sens assez en sympathie avec l'opinion exprimée par Józefa Joteyko à propos de la marquise du Châtelet sur la vie privée et rapportée ici page 257.

Sans doute que la réponse est non, ça ne m'intéressait pas...

Une femme honorable

J'ai aussi, au cours de mes lectures, des rencontres, débats ou discussions que j'ai évoqués, ou en entendant ici ou là telle ou telle réflexion, été frappée par la persistance de ce que j'ai appelé la mauvaise réputation de Sophie. Pourquoi et comment une aussi riche personnalité, une scientifique aussi clairement compétente, peut-elle encore faire l'objet de doutes, de rumeurs, de légendes stupides, voire de sarcasmes ou d'aphorismes douteux ? Les extraits auto-contradictaires de l'article [Kozlov 2000], un article récent pourtant écrit par un mathématicien compétent lui aussi, que j'ai cités plus haut en sont un exemple consternant.

Comment Sophie peut-elle redevenir la « mathématicienne honorable » qu'elle n'aurait jamais dû cesser d'être ? Je fais référence ici au titre *Une femme honorable* d'un livre consacré il y a déjà vingt-cinq ans à Marie Curie par une personnalité médiatique [Giroud 1981]. Marie Curie montre en effet, à n'en pas douter, l'image d'une « femme honorable » ; sa statue a été polie par la qualité reconnue de ses travaux scientifiques, par la biographie édifiante qu'a écrite une de ses filles [Curie 1938], par la puissance sympathique mais réelle des grands scientifiques, ses descendants et leurs alliés, formant ce que l'on a appelé « le clan Curie ». J'ai lu le livre d'Ève Curie, *Madame Curie*, lorsque j'étais enfant. Il y aurait là aussi de bien belles histoires à raconter, celle par exemple de cette jeune fille qui ne se nourrissait

que de science et de cerises... Même si, comme dans le cas de Sophie, les détails de la vie privée de Marie Curie ne m'intéressaient pas énormément, j'avoue avoir été étonnée et même touchée, en lisant [Giroud 1981], de découvrir une faille, une histoire d'amour, un côté humain, à cette statue de marbre.

Dans le monde entier, on enseigne aux enfants la légende dorée de Marie Curie, cette Sainte Vierge de la science, présentée comme un modèle (inaccessible) aux filles que l'École a le devoir d'émanciper. Mais croit-on vraiment que les jeunes filles sont susceptibles de s'identifier à une telle image ?

demande la physicienne Françoise Balibar dans le titre du dernier chapitre, « le Mythe », de son bien nommé récent petit livre *Marie Curie, femme savante ou Sainte Vierge de la science* [2006]. C'est dans ce chapitre qu'elle pose la question que j'ai utilisée en exergue de ce livre, à laquelle elle répond ainsi :

[...] la science est une chose sérieuse, dont les officiants se doivent d'être des individus sérieux, responsables et posés ; or la figure de la jeune femme, dans nos sociétés, conserve quelque chose de sa proximité avec la jeune fille : elle est légère, irresponsable, frivole. Marie Curie, qui est entrée dans la légende parce qu'elle était une femme de science, pour y tenir le rôle de l'exception qui fait oublier la règle, ou de l'arbre qui cache l'absence de forêt, ne peut être qu'une femme sérieuse et responsable. Qu'elle ait été veuve assez jeune semble à cet égard offrir de solides garanties ; que ses traits sur les clichés manifestent une constante tristesse ne gâte rien.

La première femme (encore !) J'ai commencé ce livre en disant que Sophie n'était pas la première femme à... En le terminant, j'ai trouvé de respectables institutions scientifiques ou médicales, ici ou là en Europe, portant le nom de Marie Curie et annonçant sur leur site que Marie Curie était la première femme en Europe à avoir obtenu un doctorat en sciences... Un point commun entre elle et Sophie !

Mais non, Marie Curie n'est pas la première femme à avoir obtenu un doctorat en science en Europe, même pas la première en chimie.

La rumeur. La biographie de Sophie contient plus d'un point commun avec celle de Marie Curie — plus ou moins sérieusement, les yeux gris, la façon dont toutes les deux ont appris à lire, la grande sœur admirée, les qualités d'épistolières, l'amour



Marie Curie (1867–1934)

Marie Curie a soutenu sa thèse de doctorat en 1903. Parmi les seules protagonistes du présent livre et en nous limitant aux sciences non médicales, nous avons vu passer les thèses de Sofia Kovalevsakaya (mathématiques, *in absentia*, Göttingen, 1874), Julia Lermontova (chimie, Göttingen, 1874), Elizaveta Litvinova (mathématiques, Berne, 1877), Dorothea Klumpke (mathématiques, Paris, 1893), Grace Chisholm (mathématiques, Göttingen, 1895)...

de la liberté, en particulier pour la Pologne, la croyance en l'importance de l'éducation du peuple, les confitures, le titre de « première femme à », le veuvage permettant d'accéder au poste de professeur... — sa vie professionnelle a été plus courte, moins constante, moins dense, moins productive, elle n'a pas fondé de dynastie — une seule fille, simple physicienne soviétique, elle-même sans enfants. Les différences entre nos deux scientifiques sont flagrantes, elles aussi. Ajoutons qu'à l'âge où l'une obtient son doctorat après avoir affronté pendant des années les difficultés administratives que l'on sait, l'autre parvient à surmonter les problèmes financiers et arrive enfin à Paris où elle va commencer ses études, mais elle peut s'inscrire à la Sorbonne, où elle passera brillamment des examens auxquels la première n'a jamais eu le droit de participer — Sophie Kowalevski est pourtant, elle aussi, une femme honorable, et à qui plus d'une jeune fille avenante, délurée et décidée pourrait s'identifier pour poursuivre son chemin dans la science.

Pourtant nous avons vu (page 244) Ann Hibner Koblitz dire (je répète) :

Malheureusement, on dirait que certains mathématiciens sont plus à l'aise avec les anciennes rumeurs et les vieilles histoires sur leurs prédécesseurs qu'avec les résultats des recherches sérieuses.

Comment arrêter une vieille rumeur ? À propos de la fictionnalisation de la biographie de Galois, on a pu dire qu'un exposé historique sérieux ne pesait pas lourd face à un beau roman. Moi qui ai lu et relu le beau roman en question [Infeld 1978] (qui contient hélas les mêmes erreurs que le chapitre correspondant de [Bell 1937]) dans mon enfance et vibré pour le jeune mathématicien incompris et épris de liberté victime d'une conspiration réactionnaire, je ne dirai pas le contraire. Le cas de Sophie semble quand même plus facile à régler : contre le mauvais roman de Bell et de ses successeurs, il suffirait sans doute d'une belle présentation sérieuse. Et si on n'essaie pas...

J'essaie.

BIBLIOGRAPHIE

ADLER (Mark) & VAN MOERBEKE (Pierre)

- [1982] Kowalewski's asymptotic method, Kac-Moody Lie algebras and regularization, *Comm. Math. Phys.*, 83(1) (1982), p. 83–106.
- [1989] The complex geometry of the Kowalewski-Painlevé analysis, *Invent. Math.*, 97(1) (1989), p. 3–51.

ADLER (Mark), VAN MOERBEKE (Pierre) & VANHAECKE (Pol)

- [2004] *Algebraic integrability, Painlevé geometry and Lie algebras*, Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete. 3. Folge. A Series of Modern Surveys in Mathematics, vol. 47, Berlin : Springer-Verlag, 2004.

APOLLINAIRE (Guillaume)

- [1965] *Alcools*, in *Œuvres poétiques*, Bibliothèque de la Pléiade, Paris : Gallimard, 1965.

APPELROT (German Germanovitch)

- [1940] Gyroscopes pas complètement symétriques, in *Mouvement d'un solide avec un point fixe*, Académie des Sciences de l'URSS, 1940, en russe.

AUDIN (Michèle)

- [1994] Courbes algébriques et systèmes intégrables : géodésiques des quadriques, *Expositiones Math.*, 12 (1994), p. 193–226.
- [1996] *Spinning tops, a course on integrable systems*, Cambridge University Press, 1996, Traduction en russe, Regular and chaotic dynamics, Moscou, 1999, traduction en japonais, Kyoritsu, 2000.
- [2001] *Les systèmes hamiltoniens et leur intégrabilité*, Cours Spécialisés, vol. 8, Société Mathématique de France & EDP Sciences, 2001.

- [2002] Intégrabilité et non-intégrabilité de systèmes hamiltoniens, [d'après S. Ziglin, J. Morales-Ruiz, J.-P. Ramis...], in *Séminaire Bourbaki 2000/2001*, Astérisque, vol. 282, Paris : Société Mathématique de France, 2002, p. 113–135.
 - [2005] Le cas de Sophie K. (de Jean-François Peyret), *Gazette des Mathématiciens*, 106 (2005), repris dans le journal de Chaillot, n° 8, avril-juin 2006, voir aussi <http://www-irma.u-strasbg.fr/~maudin/cas-sophie-k.pdf>.
 - [2006] Le cas de Sophie Kowalevski, *Tangente*, 109 (2006), <http://www-irma.u-strasbg.fr/~maudin/sophietangente.pdf>.
 - [2007] Two notions of integrability, in *Differential equations and quantum groups*, IRMA lectures in mathematics and theoretical physics, vol. 9 European Mathematical Society, 2007.
- AUDIN (Michèle) & SILHOL (Robert)
- [1993] Variétés abéliennes réelles et toupie de Kowalevski, *Compositio Math.*, 87 (1993), p. 153–229.
- BAILLAUD (B.) & BOURGUET (H.)
- [1905a] *Correspondance d'Hermite et de Stieltjes, tome I*, Paris : Gauthier-Villars, 1905.
 - [1905b] *Correspondance d'Hermite et de Stieltjes, tome II*, Paris : Gauthier-Villars, 1905.
- BALIBAR (Françoise)
- [2006] *Marie Curie, Femme savante ou Sainte Vierge de la science ?*, Paris : Découvertes Gallimard, 2006.
- BELL (Eric Temple)
- [1937] *Men of mathematics*, New York : Simon and Schuster, 1937.
 - [1939] *Les grands mathématiciens*, Paris : Payot, 1939, Traduction et préface d'Ami Gandillon.
- BIERMANN (Kurt-R.)
- [1966] Die Berufung von Weierstraß nach Berlin, in *Festschrift zur Gedächtnisfeier für Karl Weierstraß, 1815–1965*, Köln und Opladen : Westdeutscher Verlag, 1966.
- BIERMANN (Kurt-R.) & SCHUBRING (Gert)
- [1996] Einige Nachträge zur Biographie von Karl Weierstraß, in *History of mathematics*, San Diego, CA : Academic Press, 1996, p. 65–91.

BJÖRK (Jan-Erik)

- [2002] Sonja Kovalevsky : her life and professorship at Stockholm, in *Operator methods in ordinary and partial differential equations (Stockholm, 2000)*, Oper. Theory Adv. Appl., vol. 132, Basel : Birkhäuser, 2002, p. 11–53.

BOBENKO (Alexandre Ivanovitch), REIMAN (Alexei Georgevitch) & SEMENOV-TIAN-SHANSKY (Mikhail Arsenievitch)

- [1989] The Kowalevski top 99 years later, *Commun. Math. Phys.*, 122 (1989), p. 321–354.

BÖLLING (Reinhard)

- [1989] A Birthday present, *Math. Intelligencer*, 11(4) (1989), p. 20–35.
- [1991] Sonja Kovalevskaja (1850–1891) zum Gedenken, *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 421 (1991).
- [1992] ...Deine Sonia : a reading from a burned letter, *Math. Intelligencer*, 14(3) (1992), p. 24–30, Translated from the German by David E. Rowe.
- [1993] *Briefwechsel, Karl Weierstraß, Sofja Kowalewskaja*, Berlin : Akademie Verlag, 1993.
- [1994] *A photo album for Weierstrass*, éd. par Bölling (Reinhard), Braunschweig : Friedr. Vieweg & Sohn, 1994, Dual German-English text.
- [1998] An unknown photograph of Kovalevskaya, *Math. Intelligencer*, 20(3) (1998), p. 27–28.

BRANDES (Georg)

- [1900] *Samlede Skrifter*, Kjøbenhavn : Gyldendalske Boghandels Forlag, 1900.

BSMF

- [1882-83] Compte-rendu des séances, *Bull. Soc. Math. France*, 10 (1882-83), p. 253–254.
- [1883-84] Liste des membres, *Bull. Soc. Math. France*, 11 (1883-84), p. 6–10.
- [1890] Compte-rendu des séances, *Bull. Soc. Math. France*, 18 (1890), p. 163.

BYATT (Antonia Suzanna)

- [1990] *Possession*, Paris : Le livre de poche, 1990, traduit de l'anglais par Jean-Louis Chevalier.
- [2000] *Nature morte*, Paris : Flammarion, 2000, traduit de l'anglais par Jean-Louis Chevalier.

- [2001] *La Tour de Babel*, Paris : Flammarion, 2001, traduit de l'anglais par Jean-Louis Chevalier.
- [2003] *Une femme qui siffle*, Paris : Flammarion, 2003, traduit de l'anglais par Jean-Louis Chevalier.
- CALVINO (Italo)
 [1968] *Cosmicomics*, Paris : Seuil, 1968.
- CARTWRIGHT (Mary Lucy)
 [1944] Obituary : Grace Chisholm Young, *J. London Math. Soc.*, 19 (1944), p. 185–192.
- CHAPMAN (Raymond) & GOTTLIEB (Eleanora)
 [1978] A Russian view of George Eliot, *Nineteenth-Century Fiction*, 33 (1978), p. 348–365, English edition of *My recollections of George Eliot*, by Sofia Kovalevskaya.
- COOKE (Roger)
 [1984] *The mathematics of Sonya Kovalevskaya*, Springer, 1984.
 [1987] Sofia Kovaleskaia's place in nineteenth century mathematics, in [Keen 1987], Proceedings of a Symposium sponsored by the Association for women in mathematics and the Mary Ingraham Bunting Institute.
 [2002a] The life of S. V. Kovalevskaya, in *The Kowalevski property (Leeds, 2000)*, CRM Proc. Lecture Notes, vol. 32, Providence, RI : Amer. Math. Soc., 2002, p. 1–19.
 [2002b] The Cauchy-Kovaleskaya theorem, *preprint*, (2002), <http://www.cems.uvm.edu/~cooke/ckthm.pdf>.
- CRAS
 [1888] Séance publique annuelle, *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences*, 107 (1888), p. 1031.
- CURIE (Ève)
 [1938] *Madame Curie*, Gallimard, 1938, disponible en Folio Gallimard.
- DAUBEN (Joseph Warren)
 [1990] *Georg Cantor, His mathematics and philosophy of the infinite*, Princeton, NJ : Princeton University Press, 1990.
- DÉTRAZ (Jacqueline)
 [1993] *Kovalevskaja : l'aventure d'une mathématicienne*, Paris : Belin, 1993.
 [2006] Le rêve parisien de Sophie Kovalevskaja, *La Recherche*, 397 (2006), p. 54–56.

DOMAR (Yngve)

- [1978] Mathematical research during the first decades of the University of Stockholm, 1978, A lecture given in conjunction with the university of Stockholm's centennial celebration, Stockholm University, Department of Mathematics.
- [1982] On the foundation of *Acta Mathematica*, *Acta Mathematica*, 148 (1982), p. 3–8.

DOSTOÏEVSKI (Fedor Mikhailovitch)

- [1998] *L'Adolescent*, Folio classique, Gallimard, 1998, traduction de Pierre Pascal de 1956.
- [2002] *Le Joueur*, Folio classique, Gallimard, 2002, traduction de Sylvie Luneau de 1956.
- [2005] *L'Idiot*, Folio classique, Gallimard, 2005, traduction d'Albert Mousset de 1953.

DUBREIL-JACOTIN (Marie-Louise)

- [1948] Figures de mathématiciennes, in *Les grands courants de la pensée mathématique*, édité par F. Le Lionnais, Cahiers du Sud, 1948, p. 258–269.

DUBROVIN (Boris Anatolievitch), MATVEEV (Vladimir Borisovitch) & NOVIKOV (Sergei Petrovitch)

- [1976] Nonlinear equations of Korteweg-de Vries type, finite-band linear operators and Abelian varieties, *Uspehi Mat. Nauk*, 31(1(187)) (1976), p. 55–136.

DUGAC (Pierre)

- [1985] Lettres de Charles Hermite à Gösta Mittag-Leffler (1884–1891), *Cahiers du Séminaire d'Histoire des Mathématiques*, 6 (1985), p. 79–216, Transcription et annotations par Pierre Dugac.

ELIOT (George)

- [2003] *Le moulin sur la Floss*, Folio, Paris : Gallimard, 2003, Traduction d'Alain Jumeau.
- [2005] *Middlemarch*, Folio, Paris : Gallimard, 2005, Traduction de Sylvère Monod.

ENGELS (Friedrich)

- [1954] *L'origine de la famille, de la propriété privée et de l'état*, Paris : Éditions Sociales, 1954, traduit de l'allemand par Jeanne Stern.

FRUTTERO (Carlo) & LUCENTINI (Franco)

- [1988] *L'amant sans domicile fixe (L'amante senza fissa dimora)*, Paris : Seuil, 1988, Traduit de l'Italien par F. Rosso.

- GÅRDING (Lars)
 [1998] *Mathematics and Mathematicians, Mathematics in Sweden before 1950*, American Mathematical Society, London Mathematical Society, 1998.
- GARDNER (Helen J.) & WILSON (Robin J.)
 [1993] Thomas Archer Hirst — Mathematician Xtravagant VI, *Amer. Math. Monthly*, 100 (1993), p. 907–915.
- GIROUD (Françoise)
 [1981] *Une femme honorable*, Paris : Fayard, 1981.
- GISPERT (Hélène)
 [1991] *La France mathématique*, Cahiers d'histoire & de philosophie des sciences, 1991.
- GOLDSTEIN (Catherine)
 [2006] Communication privée, 2006.
- GOLUBEV (Vladimir Vassilievitch)
 [1960] *Lectures on integration of the equations of motion of a rigid body about a fixed point*, Translated from the Russian (1953) by J. Shorr-Kon, Published for the National Science Foundation by the Israel Program for Scientific Translations, 1960.
- GRIFFITHS (Philip A.)
 [1985] Linearizing flows and a cohomological interpretation of Lax equations, *Amer. J. of Math.*, 107 (1985), p. 1445–1483.
- HADAMARD (Jacques)
 [1953] *Lectures on Cauchy's problem in linear partial differential equations*, Dover Publications, New York, 1953, première édition en 1922.
 [1959] *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, Paris : Librairie scientifique Albert Blanchard, 1959, traduit de l'anglais par Jacqueline Hadamard.
 [1968] *Œuvres*, Paris : CNRS, 1968.
- HAINE (Luc)
 [1984] The algebraic complete integrability of geodesic flow on $SO(n)$, *Comm. Math. Phys.*, 94 (1984), p. 271–287.
- HAYWARD (Robert Baldwin)
 [1854] On a direct method of estimating velocities with respect to axes movable in any manner in space, *Trans. of the Cambridge Phil. Soc.*, 10 (1854), p. 1–22.

HÖRMANDER (Lars)

- [1991] The first woman professor and her male colleague, in *Miscellanea mathematica*, Berlin : Springer, 1991, p. 195–211.

HOYER (Paul)

- [1879] *Ueber die Integration eines Differentialgleichungssystems durch elliptische Funktionen*, Dissertation, Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, 1879.

HØYRUP (Else)

- [2004] Sofja Kovalevskaja (1850–1891) : Verdens første kvindelige, professionelle matematiker, *Matilde*, 20 (2004), p. 21–26.

HUSSON (Édouard)

- [1906] Recherche des intégrales algébriques dans le mouvement d'un solide pesant autour d'un point fixe, *Ann. Fac. Sci. Toulouse*, 8 (1906), p. 73–152.

INFELD (Leopold)

- [1978] *Le Roman d'Évariste Galois*, La Farandole, 1978, traduit de l'anglais par Joseph Sully.

JAMES (Ioan)

- [2002] *Remarkable mathematicians*, Cambridge University Press, 2002.

JOTEYKO (Józefa)

- [1904] À propos des femmes mathématiciennes, *Revue Scientifique (Revue rose)*, 21 (1904), p. 12–15.

KAMPPFMEYER (Paul)

- [1930] *Georg von Vollmar*, München : G. Birk & Co, 1930.

KEEN (Linda), éd.

- [1987] *The legacy of Sonya Kovalevskaya*, éd. par Keen (Linda), Contemporary Math., vol. 64, Amer. Math. Soc., 1987, Proceedings of a Symposium sponsored by the Association for women in mathematics and the Mary Ingraham Bunting Institute.

KENNEDY (Don H.)

- [1983] *Little sparrow : a portrait of Sophia Kovalevsky*, Athens, OH : Ohio University Press, 1983.

KIRILLOV (Alexandre Alexandrovitch)

- [1974] *Éléments de la théorie des représentations*, Moscou : MIR, 1974.

KLEIN (Felix)

- [1979] *Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert*, Berlin : Springer-Verlag, 1979, Two volumes

reprinted as one, With a foreword by R. Courant and O. Neugebauer.

KLEIN (Felix) & SOMMERFELD (Arnold)

[1897] *Theorie des Kreisels*, Teubner, Leipzig, 1897.

KLINE (Morris)

[1972] *Mathematical thought from ancient to modern times*, New York : Oxford University Press, 1972.

KLUMPKE (Dorothea)

[1895] Contribution à l'étude des anneaux de Saturne, *Annales de l'Observatoire de Paris*, 21 (1895), p. C1–C60.

KOBLITZ (Ann Hibner)

[1984] Sofia Kovalevskaja and the mathematical community, *The Mathematical Intelligencer*, 6 (1984), p. 20–29.

[1987a] Changing views of Sofia Kovalevskaja, in [Keen 1987], Proceedings of a Symposium sponsored by the Association for women in mathematics and the Mary Ingraham Bunting Institute.

[1987b] Sofia Kovaleskaia, A biographical sketch, in [Keen 1987], Proceedings of a Symposium sponsored by the Association for women in mathematics and the Mary Ingraham Bunting Institute.

[1993] *A convergence of lives*, Lives of Women in Science, New Brunswick, NJ : Rutgers University Press, second édition, 1993, Sofia Kovalevskaja [S. V. Kovalevskaya] : scientist, writer, revolutionary.

[2004] Review of *Beyond the limit : The dream of Sofya Kovalevskaya*, *Notices of the AMS*, 51 (2004), p. 39–42.

KOCHINA (Pelageya Yakovlevna)

[1985] *Love and mathematics, Sofia Kovalevskaya 1850-1891*, Moscow : MIR, 1985.

KOSTANT (Bertram)

[1970] Quantization and representation theory I : prequantization, in *Lectures in modern analysis and applications III*, Lecture Notes in Math., vol. 170, Springer, 1970.

KOVALEVSKAÏA (Sofia)

[1993] Souvenirs d'enfance, in [Détraz 1993], Traduction française publiée en 1895.

[2004] *Une nihiliste*, Paris : Phébus, 2004.

KOVALEVSKAYA (Sofya)

[1978] *A Russian childhood*, Springer, 1978, Translated and introduced by Beatrice Stillman.

KOWALEVSKI (Maxime)

- [1890] *Tableau des origines et de l'évolution de la famille et de la propriété*, Stockholm, 1890.

KOWALEVSKI (Sophie)

- [1875] Zur Theorie der partiellen Differentialgleichungen, *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 80 (1875), p. 1–32.
- [1884a] Sur la propagation de la lumière dans un milieu cristallisé, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 98 (1884), p. 356–357.
- [1884b] Über die Reduction einer bestimmten Klasse Abel'scher Integrale 3^{tem} Ranges auf elliptische Integrale, *Acta Math.*, 4 (1884), p. 392–414.
- [1885a] Über die Brechnung der Lichtes in cristallinischen Mitteln, *Acta Math.*, 6 (1885), p. 249–304.
- [1885b] Zusätze und Bemerkungen zu Laplace's Untersuchung über die Gestalt der Saturnringe, *Astronomische Nachrichten*, 111 (1885), p. 37–48.
- [1889] Sur le problème de la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe, *Acta Math.*, 12 (1889), p. 177–232.
- [1890-91] Sur une propriété du système d'équations différentielles qui définit la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe, *Acta Math.*, 14 (1890-91), p. 81–93.
- [1891] Sur un théorème de M. Bruns, *Acta Math.*, 15 (1891), p. 45–52.

KOZLOV (Valeri Vassilievitch)

- [2000] Sofya Kovalevskaya : a mathematician and a person, *Russian Math. Surveys*, 55 (2000), p. 1175–1192.

KRANTZ (Steven G.)

- [2002] *Mathematical apocrypha*, MAA Spectrum, Washington, DC : Mathematical Association of America, 2002, Stories and anecdotes of mathematicians and the mathematical.

KRONECKER (Leopold)

- [1891] Sophie von Kowalevsky, *Journal de Crelle*, 108 (1891), p. 88.

LACROIX (Clio)

- [2006] L'irréductible Jean-François Peyret, 2006, non publié.

LAGERBORG (Nanny)

- [1890] Sur le problème du mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe, *Bull. Soc. Math. France*, 18 (1890), p. 118–122.

- LAMB (Horace)
[1932] *Hydrodynamics*, Cambridge University Press, 1932.
- LAUTRÉAMONT (Isidore Ducasse)
[1869] *Les chants de Maldoror*, Gallimard, 1869, disponible dans les Œuvres complètes, dans la collection Poésie, Gallimard.
- LE LIONNAIS (François), éd.
[1948] *Les grands courants de la pensée mathématique*, éd. par Le Lionnais (François), Cahiers du Sud, 1948.
- LEFFLER (Anne-Charlotte)
[1993] Biographie de Sonia Kovalevskaja, in [Détraz 1993], Traduction française publiée en 1895.
- LIOUVILLE (Roger)
[1897] Sur le mouvement d'un corps pesant suspendu par un de ses points, *Acta Mathematica*, 20 (1897), p. 239–284.
- LISSAGARAY (Prosper-Olivier)
[2000] *Histoire de la Commune de 1871*, Paris : La Découverte, 2000, Réédition du texte de 1896.
- LORIA (Gino)
[1903] Les femmes mathématiciennes, *Revue Scientifique (Revue rose)*, 20 (1903), p. 385–392.
[1904] Encore les femmes mathématiciennes, *Revue Scientifique (Revue rose)*, 21 (1904), p. 338–340.
[1950] *Storia delle matematiche, dall'alba della civiltà al tramonto del secolo XIX*, Milano : Ulrico Hoepli, 1950.
- MACIEJEWSKI (Andrzej) & PRZYBYLSKA (Maria)
[2005] Differential Galois approach to the Non-Integrability of the Heavy Top Problem, *Ann. Fac. Sci. Toulouse*, 14 (2005), p. 123–160.
- MARKUSHEVICH (Dimitri Genrihovitch)
[2001] Kowalevski top and genus-2 curves, *J. Phys. A*, 34(11) (2001), p. 2125–2135, Kowalevski Workshop on Mathematical Methods of Regular Dynamics (Leeds, 2000).
- MAZ'YA (Vladimir) & SHAPOSHNIKOVA (Tatyana)
[2005] *Jacques Hadamard, un mathématicien universel*, Paris : EDP-Sciences, 2005, traduit de l'anglais par Gérard Troinel.
- MICHELACCI (Giacomo)
[2003] Le lettere di Charles Hermite ad Angelo Genocchi (1868–1887), *Quaderni Matematici, Università degli Studi di Trieste*, 546 (2003), Trascrizione, introduzione, commenti,

note ed indici a cura di Giacomo Michelacci.

MITTAG-LEFFLER (Gösta)

[1892-93] Sophie Kovalevsky, *Acta Math.*, 16 (1892-93), p. 385–392.

[1900] Une page de la vie de Weierstrass, *Congrès International des Mathématiciens, Gauthier-Villars, Paris*, (1900), p. 131–153.

[1923] Weierstrass et Sonja Kowalewsky, *Acta Math.*, 39 (1923), p. 133–198.

MORALES-RUIZ (Juan)

[1999] *Differential Galois theory and non-integrability of Hamiltonian systems*, Progress in Math., Birkhäuser, 1999.

[2000] Kovalevskaya, Liapounov, Painlevé, Ziglin and the differential Galois theory, *Regular and chaotic dynamics*, 5 (2000), p. 251–272.

NABONNAND (Philippe)

[1999] *La correspondance entre Henri Poincaré et Gösta Mittag-Leffler*, Publications des Archives Henri Poincaré, Birkhäuser, 1999.

PAINLEVÉ (Paul)

[1897] *Leçons de Stockholm*, Hermann, 1897, Notes manuscrites lithographiées.

[1902] Sur les équations différentielles du second ordre et d'ordre supérieur dont l'intégrale générale est uniforme, *Acta Math.*, 25 (1902), p. 1–85.

PASCAL (Pierre)

[1970] *Dostoïevski, l'homme et l'œuvre*, Slavica, Lausanne : L'âge d'homme, 1970.

PEREC (Georges)

[1969] *La disparition*, Denoël, 1969.

[1978a] *Je me souviens*, P.O.L., Hachette, 1978.

[1978b] *La vie mode d'emploi*, POL, Hachette, 1978.

[1985] *Espèces d'espaces*, Galilée, 1985.

POE (Edgar)

[1989] *La lettre volée*, Bouquins, Robert Laffont, 1989, traduction de Charles Baudelaire.

POINCARÉ (Henri)

[1885] Sur l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation, *Bulletin astronomique*, 2 (1885), p. 109–118.

- [1886] Sur les fonctions abéliennes, *American Journal of Mathematics*, 8 (1886), p. 289–342.
 - [1890] Sur une classe nouvelle de transcendentes uniformes, *J. Math. Pures Appl. (4)*, 6 (1890), p. 313–365.
 - [1921] Analyse de mes travaux sur les fonctions abéliennes, *Acta Mathematica*, 38 (1921), p. 79–85.
 - [1987] *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste. Tome I*, Paris : Librairie Scientifique et Technique Albert Blanchard, 1987, réimpression de l'édition originale de 1899.
- POLUBARINOVA-KOCHINA (Pelageya Yakovlevna)
- [1966] Karl Theodor Wilhelm Weierstrass (On the 150th anniversary of his birth), *Russian Math. Surveys*, 21(3) (1966), p. 195–206.
 - [1978] On the scientific work of Sofya Kovalevskaya, in [Kovalevskaya 1978], 1978, Translated and introduced by Beatrice Stillman.
- RAHIKAINEN (Agneta)
- [1994] Nanny Cedercreutz — författare, matematiker och bergsbestigare, *Källan*, 1 (1994).
- REMMERT (Reinhold)
- [1991] *Theory of complex functions*, Graduate Texts in Mathematics, vol. 122, New York : Springer-Verlag, 1991, translated from the second German edition by Robert B. Burckel.
- REYMAN (Alexei Georgevitch) & SEMENOV-TIAN-SHANSKI (Mikhail Arsenievitch)
- [1994] Group theoretical methods in the theory of finite dimensional Integrable systems, in *Dynamical systems VII*, Encyclopaedia of Math. Sci., vol. 16, Springer, 1994, p. 116–225.
- RICHTER (Peter), DULLIN (Holger) & WITTEK (Andreas)
- [1997] *Kowalewska Kreisel*, Göttingen : IWF, 1997, DVD, <http://www.iwf.de>.
- RIESZ (Frédéric) & SZ.-NAGY (Béla)
- [1953] *Leçons d'analyse fonctionnelle*, Budapest : Akadémiai Kiadó, 1953, deuxième édition.
- RIMBAUD (Arthur)
- [1972] *Poésies*, in *Œuvres complètes*, Bibliothèque de la Pléiade, Paris : Gallimard, 1972.
- ROTHMAN (Tony)
- [1982] Genius and biographers : the fictionalization of Évariste

Galois, *Amer. Math. Monthly*, 89 (1982), p. 84–106.

ROWOLD (Katharina)

- [2001] The many lives and deaths of Sofia Kovalevskaja : approaches to women's role in scholarship and culture in Germany at the turn of the twentieth century, *Women's History Review*, 10 (2001), p. 603–627.

SCHAPPACHER (Norbert)

- [1993] Questions politiques dans la vie des mathématiciens en Allemagne (1918–1935), in *La Science sous le Troisième Reich*, sous la direction de J. Olff-Nathan, Paris : Seuil, 1993, p. 51–89.

SCHLESINGER (Ludwig)

- [1909] Die Briefe von K. Weierstraß an L. Fuchs, *Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 18 (1909), p. 93–99.

SENON (Alfredo), EVERO (Bernardo), EBEN (Carlo) & TROVATO (Daniele)

- [1982] For whom Bell tolls, *Per. Appl.*, 17 (1982), p. 259–272.

SHTRAikh (Solomon Yakovlevitch)

- [1951] *S.V. Kovalevskaya, Vospominaniya i Pis'ma*, Presses de l'Académie des Sciences de l'URSS, 1951.

SPICCI (Joan)

- [2002] *Beyond the limit : The dream of Sofya Kovalevskaya*, Forge Books, 2002.

TISSANDIER (Gaston)

- [1893] M^{lle} Klumpke docteur ès sciences mathématiques, *La Nature*, 1073 (1893), p. 62.

TISSERAND (François-Félix)

- [1891] *Traité de mécanique céleste, tome II, théorie de la figure des corps célestes et de leur mouvement de rotation*, Paris : Gauthier-Villars, 1891.

TOLLMIEH (Cordula)

- [1995] *Fürstin der Wissenschaft*, Weinheim : Beltz & Gelberg, 1995.

TUSCHMANN (Wilderich) & HAWIG (Peter)

- [1993] *Sonja Kowalewskaja, Ein Leben für Mathematik und Emanzipation*, Basel : Birkhäuser, 1993.

VALLÈS (Jules)

- [2006] *L'enfant, le Bachelier et l'Insurgé*, Omnibus, 2006.

VERDIER (Jean-Louis)

- [1981] Algèbres de Lie, systèmes hamiltoniens, courbes algébriques [d'après M. Adler et P. van Moerbeke], in *Séminaire Bourbaki, 1980-81*, Berlin : Springer, 1981, p. 85–94.

VERNE (Jules)

- [1970] *Sans dessus dessous*, Lausanne : Éditions Rencontre, 1970, Volume 31 de l'édition complète.

WEIERSTRASS (Karl)

- [1861] Über die geodätischen Linien auf dem dreiachsigen Ellipsoid, *Math. Werke I*, (1861), p. 257–266.

WEIL (André)

- [1982] Mittag-Leffler as I remember him, *Acta Math.*, 148 (1982), p. 9–13.
- [1991] *Souvenirs d'apprentissage*, Vita Mathematica, vol. 6, Basel : Birkhäuser, 1991.

WENTSCHER (M.)

- [1909] Weierstraß und Sonja v. Kowalewsky, *Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 18 (1909), p. 89–93.

WEYL (Hermann)

- [1935] Emmy Noether, *Scripta Mathematica*, 3 (1935), p. 219.

WUSSING (Hans) & ARNOLD (Wolfgang)

- [1975] *Biographien bedeutender Mathematiker*, Aulis Verlag Deubner & Co KG, 1975.

YUSHKEVICH (Adolf Pavlovitch), éd.

- [1984] *Perepiska S. V. Kovalevskoi i G. Mittag-Lefflera*, éd. par Yushkevich (Adolf Pavlovitch), Научное Наследство [Scientific Heritage], vol. 7, Moscow : "Nauka", 1984, Compiled and with commentaries by P. Ya. Kochina and E. P. Ozhigova.

ZAKHAROV (Vladimir Evgenievitch), éd.

- [1991] *What is integrability ?*, éd. par Zakharov (Vladimir Evgenievitch), Berlin : Springer, 1991.

ZERNER (Martin)

- [1991] Joseph Bertrand, in [Gispert 1991].

ZIGLIN (Sergei Lvovitch)

- [1983] Branching of solutions and non existence of first integrals in Hamiltonian mechanics II, *Funct. Anal. Appl.*, 17 (1983), p. 6–17.

INDEX

A

Abel (Niels), 69, 99, 131
 Adelung (Sofia), 29, 200
 Ader (Clément), 23
 Adler (Mark), 101, 104, 176
 Agnesi (Maria Gaetana), 1, 32, 68, 131, 182, 224
 Alexandre, *voir* Kowalevski (Alexandre Onoufriévitch)
 Alexandre II, 17, 21, 53
 Alger, 173
 Algérie, 166
 Allemagne, 18, 27, 40, 56, 63, 68, 69, 91, 133, 142, 151, 166, 173, 187, 190, 207, 208, 236
 Alsace, 68, 143
 Altamira, 21
 Amsterdam, 6, 150
 Andler (Martin), 256, 258
 Angleterre, 55, 166, 201, 242
 Aniouta (Anna Vassilievna Kroukovskaya), 15, 18–20, 22, 28, 36–42, 47–50, 97, 116, 135, 137, 152, 208
 Anosov (Dimitri Viktorovitch), 8
 Anosova (Lidia), 8
 Apollinaire (Guillaume), 21, 51
 Appell (Paul), 106, 143, 161–163
 Appelrot (German Germanovitch), 171, 251
 Arago (François), 257
 Ash (Randolph Henry), 245
 Austen (Jane), 183
 Avignon, 254, 255, 257

B

Badinter (Élisabeth), 256
 Bâle, 60
 Balibar (Françoise), iii, 261
 Balzac (Honoré de), 16
 Bartók (Béla), 21
 Baudelaire (Charles), 17, 19
 Beaumont (Élie de), 49
 Bebel (August), 151
 Beecher-Stowe (Harriet), 16
 Beethoven (Ludwig van), 36, 219
 Béjanin (Claire), 254, 255
 Bell (Eric Temple), 3, 27, 43, 44, 173, 181–184, 186–189, 191–193, 195–197, 240, 244, 257, 260, 262
 Bell (Graham), 52
 0-b°Ll, 86–88
 Beltrami (Eugenio), 131, 143, 145
 Bendixson (Ivar), 131, 133
 Bering, 141
 Berlin, 17, 19, 21, 22, 41, 44, 46, 53–55, 60–63, 81, 83, 109–111, 127, 130, 131, 133, 137, 139, 144, 146, 158, 159, 165, 185, 188–190, 193–195, 197, 208, 219, 220, 223, 234, 235
 Bernard (Claude), 20
 Berne, 261
 Bernoulli (Nicolas, Jacques, Nicolas, Jean, Nicolas, Daniel, Nicolas, Jean, Jacques, Jean et les autres), 27

- Bertrand (Joseph), 49, 64, 150, 154, 158, 160, 162–166
 Bismarck (Otto von), 155
 Bizet (Georges), 20
 Bjerknes (Carl Anton), 131, 142, 170
 Björk (Jan-Erik), 9, 131, 132, 202, 211, 223, 228, 252
 Björner (Anders), 6
 Blériot (Louis), 20
 Blum (Léon), 20
 Bobenko (Alexander Ivanovich), 104
 Bohème, 184
 Boileau (Nicolas), 162
 Bolibroukh (Andrei Andreievitch), 8, 251–253
 Bölling (Reinhard), 5, 8, 13, 54, 55, 62–64, 109–111, 116
 Bologne, 1, 131, 182
 Bolyai (János), 18
 Bolzano (Bernard), 16
 Bonaparte (Louis-Napoléon), 16
 Boole (George), 183
 Boole (Mary Everett), 183
 Borchardt (Carl Wilhelm), 80, 111, 143, 194
 Borchardt (Rosa), 111
 Bordeaux, 9, 223, 252
 Bordin (C. L.), 169
 Bounyakovski (Victor Yakovlevitch), 171
 Bourguet (L.), 143
 Brahms (Johannes), 19, 21
 Brandes (Georg), 8, 9, 141, 218, 224, 227, 229
 Branting (Karl Hjalmar), 58, 136, 141
 Brème, 9, 100, 111
 Brig, 60
 Brochard (Jeanne), 183
 Brögger (Woldemar), 141
 Brooke (Monsieur), 89
 Bruxelles, 232
 Buffon (Georges Louis Leclerc, comte de), 144
 Bugaev (P. G.), 171
 Bunsen (Robert Wilhelm), 19, 42, 189, 191, 260
 Byatt (Antonia Suzanna), 4, 7, 64, 179, 245, 255
 Byron (Lord), 182
 Byron Lovelace (Ada), 182
 C
 Calvino (Italo), 4, 85, 88
 Cannes, 160, 221
 Cantor (Georg), 20, 142–145, 163, 174, 178, 179, 183, 212, 241
 Cantor (Marie Bohm), 183
 Carroll (Lewis), 18, 20
 Cartan (Élie), 19
 Cartwright (Mary Lucy), 235
 Cassini (Jean-Dominique), 66, 85, 224
 Catherine I^{ère}, 183
 Catherine II, 183
 Catherine de Médicis, 183
 Caucase, 219
 Cauchy (Augustin-Louis), 17, 55, 56, 71–73, 75, 76, 79–84, 89, 130, 132, 143, 147, 148, 171, 174, 175, 218, 226, 241, 243
 Cayeux (Agnès de), 254
 Cayley (Arthur), 16, 17, 183, 185
 Cedercreutz (Baron Emil), 161
 Chaliapine (Fedor Ivanovitch), 20
 Chaplygin (Sergei Alexeievitch), 107
 Charcot (Jean-Martin), 22
 Châtelet (Émilie du), 182, 231, 257, 260
 Chauveau (Véronique), 8
 Chisholm (Grace), 72, 182, 234–236, 261
 Cioranescu (Doina), 169
 Comte (Auguste), 16, 17
 Conan Doyle (Arthur), 17
 Conrart (Valentin), 162
 Cooke (Roger), 5, 6, 8, 27, 29, 35, 75, 82, 91, 97–99, 103, 159, 167, 172, 175, 181, 207, 259
 Copenhagen, 60
 Cori (René), 8
 Corvin (Mathias), 15, 26, 167
 Courbet (Gustave), 17, 20
 Crelle (August Leopold), 80, 143, 234
 Crimée, 16, 66, 186
 Cropper (Mortimer), 245
 Curie (Ève), 261

- Curie (Marie Skłodowska), 19, 27, 28, 60, 68, 160, 260, 261
 Curie (Pierre), 17, 60, 68
- D
- Danemark, 60, 61, 220, 227
 Darboux (Gaston), 56, 75, 80, 81, 145, 162, 163, 168, 224
 Darwin (Charles), 17, 19, 21, 40, 202
 Debussy (Claude), 18
 Delambre (Jean-Baptiste), 250
 Delaunay (Charles-Eugène), 20, 49
 Delescluze (Charles), 19
 Descartes (René), 183, 184
 Détraz (Jacqueline), 8, 248, 253
 Dickens (Charles), 18, 19
 Dimitrieff (Elizaveta Lukinichna Dmitrieva, dite Elisabeth), 48
 Dirichlet (Peter Gustav Lejeune), 17, 132
 Disdier (Christine), 7
 Djursholm, 128, 173, 238, 252
 Domar (Yngve), 143, 161
 Dostoïevski (Fedor Mikhailovitch), 16, 18–21, 27, 28, 36–38, 40, 50, 179
 Dostoïevski (Marie Dmitrievna Issaeva), 37
 Dresde, 151
 Dreyfus (Alfred), 17
 Du Bois-Reymond (Aimée), 111
 Du Bois-Reymond (Emil), 111
 Du Bois-Reymond (Paul), 19, 42, 78, 81, 111, 116, 144, 174
 Dubreil (Paul), 237
 Dubreil-Jacotin (Marie-Louise), 139, 190, 191, 237, 249
 Dubrovin (Boris Anatolievitch), 103
 Dullin (Holger), 100
 Dumas (Alexandre), 19
 Dürer (Albrecht), 13
- E
- Eiden (Jean-Denis), 8
 Eiffel (Gustave), 22, 23, 255
 Einstein (Albert), 21
 Eisenstein (Gotthold), 69
 Elchinger (Olivier), 10, 96
 Eliot (George), 4, 6, 7, 12, 16, 18–22, 55, 89, 91, 112, 200–203
 Elisabeth, 184, 187
 Eneström (Gustav), 134
 Engels (Friedrich), 20, 58, 151
 Espagne, 166
 États-Unis, 69, 144, 173
 Euclide, 232
 Euler (Catharina Gsell), 185
 Euler (Leonhard), 28, 61, 90–94, 96, 98, 103–108, 119, 168, 183, 185, 224, 252
 Euler (Marguerite Brucker), 185
 Europe, 50, 134, 136, 170, 193, 196, 208, 213, 219, 261
- F
- Fernandez (Dominique), 38
 Féval (Paul), 17
 Finlande, 126, 225
 Flagstaff, 67
 Flanville, 221
 Flaubert (Gustave), 17, 19, 21
 Foucault (Léon), 16
 Fourier (Joseph), 77, 78
 France, 5, 7, 16, 18, 21, 22, 25, 28, 46, 68, 74, 130, 131, 164, 165, 167, 169, 171, 183, 215, 220, 255
 Francfort, 60
 Franck (César), 22, 23
 Franklin (Fabian), 229
 Frédéric II, 183
 Fredholm (Ivar), 133
 Freud (Sigmund), 17, 41
 Friedrich (Caspar David), 207
 Frobenius (Georg), 174
 Fuchs (Lazarus), 72, 73, 78, 143, 144, 162, 165, 174
 Fufa (Sofia Vladimirovna Kovalenskaya), 20–22, 52, 97, 131, 134–137, 140, 141, 163, 194, 197, 206, 209, 219, 243, 262
- G
- Gagarine (Youri Alexeievitch), 18, 66
 Galilée (Galileo Galilei), 66, 224
 Gall (Franz Joseph), 236
 Galois (Évariste), 28, 99, 107, 108, 181, 185, 187, 262
 Galois (Adélaïde-Marie Demante), 185

- Gandillon (Ami), 182, 183, 189–194
 Garabit, 22
 Gårding (Lars), 83, 148, 176, 239–241, 253
 Garibaldi (Giuseppe), 21, 40, 47
 Garth (Madame), 206
 Gaulle (Charles de), 27
 Gauß (Carl-Friedrich), 17, 28, 185, 187
 Gauß (Dorothea Benz), 185
 Gauß (Johanne Osthof), 185
 Gauß (Minna Waldeck), 185
 Gautier (Théophile), 18
 Gay-Lussac (Louis Joseph), 16
 Gênes, 23, 60, 61, 139
 Genève, 48, 59, 160, 232
 Genocchi (Angelo), 81, 82, 162, 166
 Germain (Sophie), 1, 28, 72, 185, 187, 224, 231, 233
 Gide (André), 19
 Gispert (Hélène), 5, 160
 Glasgow, 144
 Goethe (Johann Wolfgang von), iii, 167, 220
 Gogol (Nicolas Vassilievitch), 16
 Goldstein (Catherine), 8, 65, 158, 161, 164, 165
 Golubev (Vladimir Vassilievitch), 97, 123, 251
 Gontcharov (Ivan Alexandrovitch), 17
 Gorki (Alexis Maximovitch Pechkov, dit Maxime), 19
 Goryachev (Dimitri Nikanorovitch), 107
 Göttingen, 20, 51, 71, 72, 144, 185, 187, 193, 234–237, 261
 Gounod (Charles), 17
 Goursat (Édouard), 143
 Gray (Jeremy), 244
 Green (George), 30
 Greffe (Florence), 7, 169
 Griffiths (Philip), 246
 Gsell, 185
 Gudermann (Christoph), 190
 Gydén (Elsa), 220
 Gydén (Hugo), 58, 61, 140, 141, 143, 164, 238
 Gydén (Thérèse), 61, 140, 220, 238
 H
 Hadamard (Jacques), 18, 32, 81, 82, 93, 157, 165, 172
 Haine (Luc), 123
 Halle, 144
 Halphen (Georges Henri), 163
 Hambourg, 60
 Hamilton (Eliza), 185
 Hamilton (Sarah Hutton), 185
 Hamilton (William Rowan), 18, 184, 185, 245
 Hanovre, 56, 235
 Hanseemann (Gustav), 111, 133
 Hayward (Robert Baldwin), 90
 Hegar (Docteur), 163
 Heidelberg, 19, 40, 42, 44, 47, 137, 144, 188, 189, 191, 201, 206, 208, 234
 Heine (Heinrich), 16, 17
 Heine (Jakob), 141
 Helmholtz (Hermann Ludwig Ferdinand von), 69, 116, 189
 Helsingfors, 126, 209
 Helversen-Pasotto (Anna), 8
 Hensel (Kurt), 70
 Hermite (Charles), 3, 8, 20, 21, 53, 60, 65, 80–82, 105, 131, 142, 143, 146, 147, 149, 150, 154, 157–159, 161, 163–166, 168–170, 211, 221–223
 Hermite (Madame), 150, 152, 154, 201
 Herschel (Caroline), 231–233
 Herzen (Alexandre Ivanovitch), 40
 Herzl (Theodor), 18
 Hilbert (David), 18, 22, 28, 128, 179, 251
 Hill (George William), 144
 Hirst (Thomas), 200
 Hitler (Adolf), 23
 Hongrie, 15, 26, 167
 Hörmander (Lars), 148, 176, 240, 241, 253
 Hoyer (Paul), 117, 119
 Høyrup (Else), 8
 Hugo (Victor), 16–19, 21, 22
 Hurwitz (Adolf), 145, 241
 Husson (Édouard), 106, 107

- Huygens (Christiann), 66, 224
 Hypathie, 182
 Hyry (Eero), 9
- I
- Ibsen (Hendrik), 19, 21, 23, 141
 IJzermans (Mieke), 7, 150
 Imchenetski (Vassili Grigorievitch), 171
 Ingres (Dominique), 19
 Innsbruck, 144
 Istambul, 173
 Italie, 165, 219
 Itenberg (Ilia Vladimirovitch), 9
- J
- Jaclard (Victor), 22, 49, 50, 116, 152
 Jacobi (Carl), 69, 91, 94
 James (Henry), 21
 James (Ioan), 28, 170
 Jankowska-Mendelson (Maria), 21, 29, 53, 137, 138, 142, 150, 152, 153, 210
 Janssen (Jules César), 166–168
 Jaurès (Jean), 17
 Jena, 20, 41, 51
 Jordan (Camille), 19, 162, 163
 Joteyko (Józefa), 231, 232, 257, 260
 Joyce (James), 21
 Jurien de la Gravière (Edmond), 166
- K
- Kafka (Franz), 21
 Kandinsky (Wassili), 18
 Kant (Emmanuel), 66
 Key (Ellen), iii, 58, 140, 141, 218–221, 228
 Killing (Wilhelm), 174, 241
 Kirchhoff (Gustav), 42, 69, 189, 201
 Kjellberg (Julia), 60, 151
 Klee (Paul), 21
 Klein (Felix), 3, 6, 20, 90, 172, 173, 234–236, 240, 244
 Klumpke (Dorothea), 5, 66, 74, 225, 261
 Koblitz (Ann Hibner), 2, 5, 48, 53, 104, 159, 173, 176, 181, 239–241, 243, 262
 Koch (Robert), 21
 Kochina (Pelageya Yakovlevna), 5, 6, 36, 40, 44, 47, 109, 116, 141, 142, 159, 166, 172, 239
 Kokorina (Olga), 90, 254
 Kolding, 61
 Kollontai (Alexandra Mikhailovna), 20
 Königsberger (Leo), 19, 42, 44, 46, 189, 191, 200, 234
 Korvin-Kroukovski, *voir* Kroukovski
 Kowalevski (Alexandre Onoufriévitch), 28, 129, 134, 199, 228
 Kowalevski (Maxime Maximovitch), 22, 23, 28, 58, 60, 97, 139, 141, 152, 219, 243, 259
 Kowalevski (Vladimir Onoufriévitch), 19–21, 26–28, 40–42, 47–53, 58, 125, 127, 133, 134, 146, 152–154, 170, 190, 194, 195, 197, 199, 201, 202, 205, 209, 210, 228, 259
 Kozlov (Valeri Vassilievitch), 81, 175, 242, 243, 260
 Krantz (Steven), 242, 260
 Kronecker (Fanny), 163
 Kronecker (Leopold), 69, 70, 116, 143, 161–163, 165
 Kroukovskaya (Elizaveta Fyodorovna Schubert), 15, 18, 21, 36, 38, 41, 48, 52, 53, 197
 Kroukovski (Fyodor Vassilievitch), 17, 29, 134, 197, 208
 Kroukovski (Piotr Vassilievitch), 33
 Kroukovski (Vassili Vassilievitch), 15, 17, 20, 26, 30, 34, 36, 40, 41, 48, 49, 52, 53, 152, 193, 197, 204
 Kroupskaya (Nadiejda Konstantinovna), 41
 Kummer (Ernst Eduard), 54, 69
 Kutta (Martin Wilhelm), 174
- L
- Lacroix (Clio), 9, 254
 Lagerborg (Nanny), 5, 9, 160, 161
 Lagerlöf (Selma), 17, 158

- Lagrange (Joseph Louis), 4, 90–94, 97, 98, 100, 104–108, 168, 182, 185, 224, 252
 Lagrange (Marie-Thérèse Gros), 185
 Lamé (Gabriel), 57, 145, 146
 Lamartine (Alphonse de), 19
 Lamb (Horace), 212
 Langevin (Paul), 20
 Laplace (Pierre Simon de), 66, 72, 74, 85, 182, 215, 224
 Laurent (Pierre), 81
 Lautréamont (Isidore Ducasse), 19
 Lavrov (Piotr Lavrovitch), 152
 Lax (Peter), 104, 246, 247
 Le Bœuf (Christine), 9
 Lebesgue (Henri), 20
 Leche (Wilhelm), 141
 Leffler (Anne-Charlotte), 22, 29, 41, 45, 48–50, 54, 55, 60, 64, 97, 134, 136–141, 173, 175, 222, 225, 227, 228, 232, 235, 242, 248, 253
 Leffler (Frits), 222
 Leibniz (Gottfried Wilhelm), 187
 Leipzig, 144
 Lénine (Vladimir Ilitch Oulianov, dit), 19, 41
 Léo (André), ou Léodile Béra, 48, 49
 Lermontova (Julia Vsevolodovna), 29, 40, 42, 51, 72, 137, 140, 191, 206, 261
 Lévy (Maurice), 162, 168
 Lévy (Paul), 22
 Lewes (George), 201
 Liapounov (Alexandre Mikhaïlovitch), 17, 107, 123, 124, 172
 Lie (Sophus), 22, 142, 143
 Lincoln (Abraham), 18
 Lindelöf (Ernst), 142
 Lindemann (Ferdinand von), 21
 Lindhagen (Daniel Georg), 158
 Lindstedt (Anders), 56
 Liouville (Joseph), 21, 80, 93, 102, 104–106, 108, 123, 246, 247, 252
 Liouville (Roger), 106, 107, 147
 Lipschitz (Rudolf Otto Sigmund), 76
 Lissagaray (Prosper Olivier), 48, 49, 64, 165
 Liszt (Franz), 16, 17, 22
 Little Bighorn, 20
 Litvinova (Elizaveta Fedorovna), 29, 41, 52, 207, 230, 261
 Lobatchevskaya (Prascovia Ivanovna), 185
 Lobatchevski (Nicolai Ivanovitch), 17, 66, 185
 Londres, 19, 50, 58, 202, 231
 Loria (Gino), 140, 175, 231–233, 257
 Lorraine, 221
 Louis XVI, 183
 Löwensohn (Elina), 254
 Lumière (Louis), 18
 Luxemburg (Rosa), 19, 151
 Lyon (I.), 145
 M
 Maciejewski (Andrzej), 108, 252, 253
 Mahler (Gustav), 18
 Malevich (Joseph), 17, 18, 29, 34, 199, 203, 208
 Malmö, 60
 Malmsten (Carl Johan), 143, 209
 Malon (Benoît), 48
 Manet (Édouard), 18
 Mangon (Hervé), 166
 Mann (Thomas), 20
 Marburg, 70, 200
 Marie-Antoinette, 183
 Marienbad, 21, 53
 Markeas (Alexandros), 254, 255, 257
 Markov (Andréi Andréievitch), 123, 145, 171, 172
 Marseille, 248, 252
 Marx (Karl), 16, 17, 19, 21, 48, 50, 58
 Matisse (Henri), 19
 Matveev (Vladimir Borisovitch), 103
 Maupassant (Guy de), 16
 Maxime, voir Kowalevski (Maxime Maximovitch)
 Maxwell (James Clerk), 21, 74, 146
 Mayence, 60
 Méchain (Pierre), 250

- Medin (Karl Oscar), 141
 Méditerranée, 166
 Méliès (Georges), 18
 Melville (Herman), 16, 23
 Mendel (Gregor Johann), 18
 Mendeleïev (Dmitri Ivanovitch), 17, 19
 Mendelson (Stanislaw), 152
 Mendelssohn (Fanny), 70
 Méray (Hugues Charles Robert), 80
 Merindol (Jean-Yves), 246
 Metchnikov (Ilia), 228, 260
 Miasnikova (Natalia Mikhailovna), 9
 Michel (Louise), 48
 Michelet (Jules), 18
 Mikhaïl, 203–205
 Milan, 60
 Minkowski (Hermann), 18, 145
 Mittag-Leffler (Gösta), 8, 12, 13, 20, 21, 25, 28, 29, 39, 44, 46, 53–56, 58, 61–64, 69, 71, 81, 91, 105, 109, 112, 116, 118, 125–127, 130, 133–136, 141, 142, 144–146, 148, 149, 152–154, 157–159, 161, 163, 164, 171, 174–177, 179, 188–191, 195, 209, 211, 212, 214, 222, 223, 225–228, 234–238, 240–243, 249, 256, 260
 Mittag-Leffler (Signe Lindfors), 55, 64, 116, 128, 144, 163, 177
 Mneimné (Rached), 9
 Möbius (August Ferdinand), 17, 236
 Möbius (Paul Julius), 231, 236
 Monet (Claude), 20
 Morales-Ruiz (Juan), 107, 108, 251, 252
 Mordell (Louis Joël), 22
 Moscou, 16, 21, 53, 58, 188, 195, 205, 234, 251, 252
 Moussorgski (Modeste Petrovitch), 20, 21
 Munch (Edvard), 18
 Mussolini (Benito), 21
 N
 Nansen (Fridtjof), 141, 213, 260
 Naquet (Alfred), 22
 Nerval (Gérard de), 17
 Netto (Eugen), 143
 New York, 21, 82
 Newton (Hannah Ayscough), 185
 Newton (Isaac), 99, 182, 185, 187, 214, 231, 257
 Nice, 60
 Nicolas 1^{er}, 17
 Nielsen (Mary-May), 9, 218, 224, 227, 230
 Nightingale (Florence), 185, 186
 Nijni-Novgorod, 47
 Niqueux (Michel), 47, 48
 Nobel (Alfred), 128
 Noether (Emmy), 12, 21, 28, 69, 70, 187, 237, 244
 Noiseville, 221
 Nordenskiöld (Adolf Erik), 17, 140, 141, 243
 Norvège, 141
 Nouvel (Pierre), 254
 Novikov (Sergei Petrovitch), 103
 O
 Odessa, 21, 134, 139, 195
 Offenbach (Jacques), 17, 18
 Oleinik (Olga Arsenievna), 238
 Oscar II, 20, 128, 136, 143, 147, 163, 165, 169, 218
 Oslo, 170
 Ostrogradski (Mikhail Vassilievitch), 30, 31
 Otten, 60
 Oumedjkane (Étienne), 257
 Oural, 152
 Ovidio (Enrico d'), 163
 Oxford, 144, 213
 P
 Painlevé (Paul), 18, 28, 30, 100–102, 105, 106, 128, 176
 Palibino, 17, 30, 34, 203
 Paris, 6, 7, 19, 21–23, 37, 47–50, 53, 56, 58, 60, 66, 69, 106, 110, 115, 116, 132, 133, 136, 137, 139, 144, 153, 159, 160, 164–166, 185, 195, 210, 215, 218, 219, 221, 223, 232, 234, 242, 247, 261, 262
 Pascal (Antoinette Bégone), 187
 Pascal (Blaise), 34, 184, 187
 Pascal (Gilberte), 187
 Pascal (Jacqueline), 187

- Pascal (Pierre), 36
 Pasteur (Louis), 21, 22, 52, 166
 Pays-Bas, 184, 222
 Peano (Giuseppe), 17, 76
 Perec (Georges), 8, 64, 67
 Perrier (Général), 166, 167
 Pétain (Philippe), 17
 Peyret (Jean-François), 2, 7, 9, 253–256
 Philips (Edouard), 168
 Phragmén (Lars Edvard), 131, 133
 Picard (Émile), 17, 21, 103, 108, 143, 154, 162, 163, 167
 Picard (Madame), 154
 Picasso (Pablo), 21
 Picquet (H.), 160
 Piene (Ragni), 9
 Pierdeux (Alcide), 216
 Pierre le Grand, 183
 Planck (Max), 17
 Poe (Edgar), 17, 64
 Poincaré (Henri), 16, 20, 73–75, 91, 103, 105–107, 138, 140, 143, 145, 147, 161–163, 169, 170, 195, 212, 218, 223, 230, 249, 250, 255, 257, 258
 Poisson (Siméon Denis), 102, 108
 Pologne, 18, 152, 262
 Poncelet (Jean-Victor), 19
 Potter (Frederica), 7
 Poznań, 152
 Prague, 70
 Prusse, 72, 235
 Prym (Friedrich Emil), 247
 Przybylska (Maria), 108, 252
 Ptaszycki (Ivan Lvovitch), 145
 Ptolémée, 35
 Puccini (Giacomo), 17, 253
Q
 Qfwfq, 85
R
 Rachmaninov (Sergueï Vassilievitch), 20
 Ragaz, 153
 Rahikainen (Agneta), 9, 161
 Ramanujan (Srinivasa), 22
 Ramis (Jean-Pierre), 107, 108, 251, 252
 Randé (Bernard), 9
 Raußen (Martin), 9
 Ravel (Maurice), 20
 Rebière (Alphonse), 257
 Remmert (Reinhold), 241
 Renan (Ernest), 18
 Renoir (Auguste), 21
 Resal (Henry), 168
 Reye (Theodor), 143
 Reykjavík, 252
 Reyman (Alexei Georgievitch), 104, 251
 Richard (Nathalie), 254
 Richter (Peter), 9, 99
 Richter (Sebastian), 9
 Riemann (Bernhard), 16–18, 30, 69, 157, 234
 Rieti (Nicky), 254
 Rimbaud (Arthur), 16, 19, 20, 23, 47
 Rogers (Rebecca), 9, 258
 Roland, 245
 Rome, 111
 Rosenhain (Johann), 69
 Rossini (Gioacchino), 19
 Rostock, 207
 Rothman (Tony), 181
 Rügen, 207
 Runge (Carl), 54–57, 64, 81, 82, 111, 142, 144, 145, 147, 174, 210, 260
 Russie, 2, 15, 18, 20–22, 39, 41, 42, 47, 48, 51, 52, 55, 59, 126, 131, 133, 136, 137, 140, 144, 165, 166, 171, 172, 183, 188–190, 193, 194, 203, 214, 218, 251
S
 Sabbah (Claude), 10
 Sabbah (Juliette), 9
 Sadowa, 18
 Sahara, 166
 Saint-Germain, 49, 165
 Saint-Pétersbourg, 15, 18, 21, 28, 30, 31, 34, 36, 38, 46, 48, 51, 73, 132, 145, 159, 170, 172, 193, 208, 209
 San Francisco, 75
 Sand (Aurore Dupin, dite George), 20
 Sarrau (Émile), 168
 Satie (Erik), 23

- Scandinavie, 22, 189, 218, 219, 227
- Schappacher (Norbert), 9, 110, 150, 151, 187
- Schering (Ernst Christian Julius), 143
- Schlesinger (Ludwig), 73, 235
- Schlözer Rodde (Dorothea), 71, 234
- Schönberg (Arnold), 20
- Schrödinger (Erwin), 22
- Schubert (Fyodor Fyodorovitch), 15, 46, 66, 140, 166, 167, 200, 250
- Schubert (Fyodor Ivanovitch), 15
- Schubert (Johann Ernst), 15, 167
- Schubert (Sofia), 140
- Schumann (Robert), 17
- Schwarz (Hermann), 8, 41, 99, 111, 128, 163, 171, 174, 176, 207, 241
- Scott (Walter), 183
- Scriabine (Alexandre Nikolaievitch), 10, 20
- Semenov-Tian-Shanski (Mikhail Arsenievitch), 104
- Seroul (Raymond), 10
- Sibérie, 141
- Silhol (Robert), 9, 104, 247, 248, 252
- Sklodowska (Maria), *voir* Curie (Marie Sklodowska)
- Smith (Margaret), 17
- Snitkina (Anna Grigorievna), 38
- Söderstälje, 54
- Solferino, 17
- Somerville (Mary Fairfax), 182
- Sommerfeld (Arnold), 90
- Sophie de Brandenburg, 187
- Souslova (Nadiejda Prokofievna), 38, 258
- Souslova (Paulina (Apollinaria) Prokofievna), 37, 38
- Spencer (Herbert), 45, 72, 202, 203, 211
- Staline (Joseph Vissarionovitch Djougatchvili, dit), 21, 27
- Steels (Luc), 254
- Stephanos (Cyparissos), 160
- Stevenson (Robert Louis), 16, 21
- Stieltjes (Thomas Johannes), 82, 144, 157, 164, 221, 223
- Stillman (Beatrice), 30, 31
- Stockholm, 3, 21–23, 27, 31, 46, 54, 56, 58, 60, 61, 64, 72, 106, 112, 125–129, 131, 132, 134–137, 139, 140, 142, 153, 154, 158–160, 162–164, 167, 170, 173, 184, 188, 196–198, 202, 205, 211–213, 218–221, 234, 238, 240, 242, 243
- Stokes (Sir George Gabriel), 30, 68
- Storey (Miss), 187
- Stoufflet (Marion), 254, 258
- Strannolioubski (Alexandre Nikolaievitch), 19, 29, 31, 34, 41, 47
- Strasbourg, 7, 68, 70, 96, 143, 144, 246–248, 251–253
- Strauß (Richard), 18
- Strindberg (August), 22, 111, 134, 159, 202, 211, 218, 232, 233, 257
- Stubhaug (Arild), 9
- Suède, 1, 20, 36, 54, 63, 69, 111, 127–129, 131, 134, 135, 137, 142, 148, 163, 183, 188, 223, 238, 241
- Suez, 19, 141
- Suisse, 18, 20, 50
- Sylov (Ludwig), 142
- Sylvester (James Joseph), 8, 144, 185, 213, 214
- T
- Tante M_i , 86–88
- Tchaïkovski (Piotr Ilitch), 21
- Tchebychev (Pafnouti Lvovitch), 19, 28, 53, 144, 145, 171, 172
- Tchekhov (Anton Pavlovitch), 18, 254
- Terechkova (Valentina Vladimirovna), 66
- Terrier (Valère), 254
- Thiers (Adolphe), 20, 49, 50
- Thomson (Sir William), 144
- Tikhonov (Natalia), 258
- Tisserand (François-Félix), 74, 162
- Todorov (Tzvetan), 256
- Tollmien (Cordula), 9, 110, 150

- Tolstoï (Lev Nikolaievitch), 19, 20, 23
 Toscanini (Arturo), 19, 20
 Toulouse, 164, 221, 247
 Toulouse-Lautrec (Henri de), 18
 Tourguéniev (Ivan Sergeievitch), 12, 18
 Trotski (Lev Davidovitch Bronstein, dit), 21
 Turner (Joseph Mallord William), 16
 Twain (Mark), 20
 Tyrtov (Nikolai Nikanorovitch), 18, 34
- U
 Uppsala, 132, 135, 159
- V
 Valentine (Graham F.), 254, 255
 Vallée Poussin (Charles de la), 172
 Vallès (Jules), 8, 22, 48
 Van Gogh (Vincent), 16, 22, 23
 van Moerbeke (Pierre), 101, 104, 176
 Verdi (Giuseppe), 16, 19, 20, 22
 Verlaine (Paul), 18
 Verne (Jules), 4, 18–20, 23, 33, 173, 214, 216, 217
 Versilov (Andrei Petrovitch), 50
 Vessiot (Ernest Paulin Joseph), 108
 Vienne, 19, 42, 201
 Vitebsk, 30
 Vladimir, *voir* Kowalevski (Vladimir Onoufriévitch)
 Vollmar (Georg von), 3, 5, 7, 9, 21, 29, 60, 136, 137, 140, 150–152, 159, 219, 260
 Volterra (Vito), 18, 128, 145, 146, 196, 235, 240
 von Neuman (John), 28
- W
 Wagner (Richard), 18, 19, 21
 Waldeck-Rousseau (Pierre Marie René), 22
 Washington, 144
- Weber (Heinrich), 72
 Weierstraß (Elise), 188, 212
 Weierstraß (Franz), 111
 Weierstraß (Karl), 5, 6, 8, 10, 12, 15, 17, 19–22, 27, 28, 41, 43–46, 51–55, 57, 60, 62–64, 68, 70–73, 77, 78, 80, 81, 83, 94, 95, 97, 99, 110, 111, 116, 125, 127, 129, 130, 132–134, 139, 143–147, 150, 158, 159, 162, 163, 165–167, 174, 176, 181, 182, 188–198, 207–209, 217, 221, 223, 226, 228, 231, 234, 235, 238, 241, 249, 250, 256, 259, 260
 Weierstraß (Klara), 111, 187, 212
 Weierstraß (Theodora Forst), 187
 Weil (André), 237, 238, 240, 241, 250
 Weimar, 111
 Weyl (Hermann), 22, 236, 237, 243, 244
 Wiesbaden, 37
 Wilde (Oscar), 23
 Wittek (Andreas), 100
 Wittgenstein (Ludwig), 179
 Wolf (Hugo), 18
 Woolf (Virginia), 21
- X
 XarlraX, 86, 87
- Y
 Yger (Alain), 252
 Yokohama, 141
- Z
 Zetkin (Clara), 17
 Zeuthen (Hieronymus), 143
 Zhanna (Anna Evreinova), 39, 40, 42
 Ziglin (Sergei Lvovitch), 107, 108, 252
 Zola (Émile), 19–22
 Zürich, 20, 38, 41, 50, 151, 208, 261
 Zweig (Liliane), 7

Du même auteur

- *Cobordismes d'immersions lagrangiennes et legendriennes*, Travaux en cours, Hermann, Paris 1987.
- *Torus actions on symplectic manifolds*, Progress in Mathematics 93, Birkhäuser, deuxième édition, 2004.
- *Spinning tops (a course on integrable systems)*, Cambridge University Press 1996, traduction en russe, Regular and chaotic dynamics, Moscou, 1999, traduction en japonais, Kyoritsu, 2000.
- *Géométrie*, EDP-Sciences, deuxième édition, 2005, traduction en anglais, Springer, 2002.
- *Les systèmes hamiltoniens et leur intégrabilité*, Cours Spécialisés, SMF et EDP-Sciences, 2001, traduction en anglais, AMS, 2008.
- *Une histoire de Jacques Feldbau*, à paraître.



Côté Calvage & Mounet

- *Mathématiques en devenir*
 - *Analyse sur les groupes de Lie*, Jacques Faraut.
 - *Corps commutatifs et théorie de Galois*, Patrice Tauvel.
 - *Topologie, calcul différentiel et variable complexe*, Jean Saint Raymond.
 - *Géométrie analytique classique*, Jean-Denis Eiden, à paraître.
 - *Algèbre commutative constructive*, Henri Lombardi et Claude Quitté, à paraître.
 - *Mesure et probabilités*, Bernard Candelpergher, à paraître.
- *Tableau Noir*
 - *Réduction des endomorphismes*, Rached Mneimné.
 - *Arithmétique*, Marc Hindry.
 - *Analyse mathématique. Quelques grands théorèmes du XX^e siècle*, Denis Choimet et Hervé Queffélec, à paraître.
 - *Analyse mathématique. La maîtrise de l'implicite*, Frédéric Testard, à paraître.
 - *Géométrie riemannienne. Une introduction élémentaire*, François Rouvière, en préparation.
- *Orizzonti*
 - *Souvenirs sur Sofia Kovalevskaya*, Michèle Audin.

Imprimé en Grande-Bretagne par Cambridge University Press
Dépôt légal octobre 2008

Lorsqu'elle meurt à Stockholm en 1891, Sofia Kovalevskaya n'a que 41 ans. Elle a pourtant eu une vie d'une rare intensité. Ses études, puis sa carrière scientifique, l'auront conduite, de Moscou à Berlin, Paris ou Stockholm, à travers l'Europe. Elle aura soutenu une thèse de mathématiques, été nommée professeur d'université, édité une importante revue, écrit des livres, milité pour la cause des femmes, élevé sa fille... Aujourd'hui presque classique, un tel parcours était à l'époque hors du commun. Un peu plus d'un siècle plus tard, Michèle Audin, elle-même mathématicienne, universitaire et écrivain, retrace la vie exceptionnelle de cette femme exceptionnelle, avec un respect, une admiration et une affection qui ne peuvent qu'emporter l'adhésion des lecteurs. Avec elle, ils partageront les passions et les indignations de Sophie, ils se plongeront dans le monde qui l'entourait. Ils découvriront aussi ses mathématiques. Michèle Audin n'hésite pas, en effet, à nous exposer en détail les questions que Sophie a traitées, donnant ainsi aux amateurs de mathématiques de quoi alimenter leur passion. Quant aux autres, qui omettront peut-être certains passages trop techniques, ils ne se sentiront jamais laissés à l'écart. Avec une rare exigence de rigueur, alliée à un grand talent de conteuse, Michèle Audin nous offre une authentique œuvre d'historien, un grand témoignage humain et un récit captivant.

Michèle Audin est professeur à l'Université de Strasbourg. Normalienne, puis élève de François Latour, elle soutient sa thèse d'état en 1986 à l'Université Paris-Sud (Orsay). Conférencière de talent, elle est l'auteur de nombreux articles de recherche en topologie algébrique et en géométrie symplectique, ainsi que de plusieurs livres, dont l'un, « Spinning tops » (toupies) a été traduit en russe et en japonais, et un autre, « Géométrie » (qui a été traduit en anglais), est une référence de choix et un grand classique du genre.

Au carrefour des sciences, des arts et des lettres, la collection Orizzonti donne la parole aux meilleurs orfèvres de chaque discipline. Avec la rigueur et la profondeur trop souvent réservées aux seuls spécialistes, ils offrent à un plus large public ce qui se fait de mieux dans chaque domaine. Grâce à une mise en page, une présentation et une iconographie particulièrement soignées, ces textes de haute tenue contribuent à faire d'Orizzonti une prestigieuse collection de « beaux livres ».

COLLECTION.- ORIZZONTI

Graphisme.- M.-C. Vergne

www.calvage-et-mounet.fr



Prix : 42 €