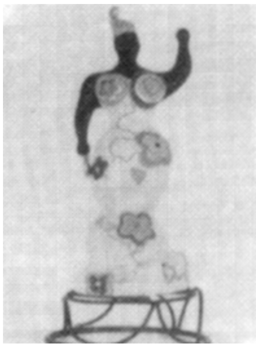
femmes & math

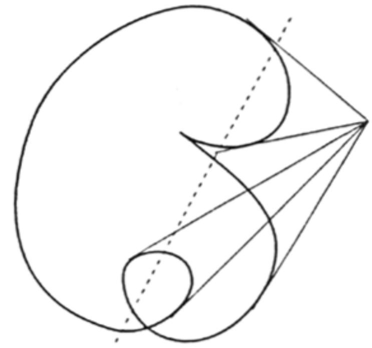


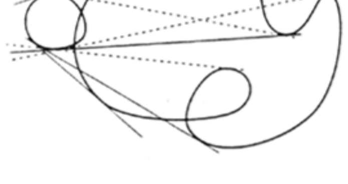
N°5

Décembre 2000

Sommaire

Editorial
Vie de l'association
A propos de *mathématiques*
A propos de *femmes*





Revue de l'Association
femmes et mathématiques

Institut Henri Poincaré
11 rue Pierre et Marie Curie
75231 Paris Cedex 05

Niki de St Phalle
Nana with Golden turt
1986

Women's art magazine
Sept/oct 1993

Eileen Cooper
Woman with birds
1989

L'ouvert

juin 1994

Women's art magazine
jan/feb 1992

Claude Cahun
Autoportrait
1929

L'ouvert

juin 1994

Women's art
magazine
sept/oct 1995

EDITORIAL

Voici le deuxième éditorial que j'ai le plaisir de faire pour la revue de notre association "femmes et mathématiques"

Ce numéro évoque la mémoire de Nicole Desolneux-Moulis, décédée en décembre 1999. Elle avait adhéré à notre association dès sa création. Nous lui rendons ici hommage, même si les mots paraissent bien disproportionnés par rapport à ce dont nous voudrions témoigner. Dans notre tristesse nous pensons à son mari, à son fils et à sa fille, aujourd'hui mathématicienne.

La revue reflète la vie et les activités de notre association, sous trois rubriques dont voici brièvement les contenus.

Vie de l'association

En Septembre 1998, nous avions organisé un débat "Y a-t-il un langage scientifique ? Est-il la propriété des scientifiques ? Quels enjeux ?" dont il a été rendu compte dans le numéro précédent. Comme le texte de Cathenne Goldstein avait souffert d'erreurs de transcription, nous le reproduisons ici.

Lors de l'assemblée générale à Nice en octobre 1999, Françoise Mariotti, spécialiste de psychologie sociale, nous a parlé de la genèse chez les élèves de la représentation sociale des métiers scientifiques, et de son influence sur l'orientation des filles, sujet sur lequel elle réfléchit dans le cadre de son travail de thèse. Sa conférence fait l'objet d'un article dans ce numéro.

Michèle Audin décrit les thèmes mathématiques auxquels Nicole Desolneux-Moulis s'est intéressée, et elle parle de la femme qu'elle a rencontrée à plusieurs reprises. Nous évoquons aussi la participation généreuse de Nicole aux manifestations organisées par notre association.

A propos de mathématiques

Cette partie contient deux articles résumant des conférences faites à l'I.H.P. lors de réunions de l'association : "Analyse harmonique sur les groupes et les espaces symétriques" par Pascale Harinck, "Formes quadratiques et invariants de groupes" par Anne Quéquiner-Mathieu.

A propos de femmes

Raphaèle Supper rassemble depuis plusieurs années une bibliographie concernant les femmes mathématiciennes. Les premières références ont été publiées dans un numéro spécial de notre revue (supplément au numéro 1, Octobre 1996). Cette bibliographie est complétée périodiquement, on trouvera ici la dernière collecte.

Un grand merci aux auteures des articles, aux conférencières qui ont bien voulu nous fournir un texte et à Nicole Berline qui a pris en charge la coordination et la confection de ce numéro.

Christine Charretton,
présidente de "femmes et matbématiques"

Y A-T-IL UN LANGAGE SCIENTIFIQUE ? EST-IL LA PROPRIÉTÉ DES SCIENTIFIQUES ? QUELS ENJEUX ?

par

Catherine Goldstein

Je voudrais commencer mon intervention par une citation, une phrase de Humpty Dumpty, un célèbre personnage du livre de Lewis Carroll, "De l'autre côté du miroir" : "Quand j'utilise un mot, il signifie exactement ce que je choisis qu'il signifie, ni plus ni moins". Et comme Alice lui demande si vraiment les mots peuvent signifier tant de choses différentes, Humpty Dumpty réplique : "La question est : qui va être le maître, un point, c'est tout".

C'est ainsi qu'une affaire qui soulève apparemment des questions de langage, comme l'affaire Sokal, peut être au fond aussi une affaire de politique et de pouvoir. Pour deux raisons au moins en l'occurrence : d'une part, si les textes d'Alan Sokal et de Jean Bricmont parlent de "la" science, qu'ils présentent comme unifiée et universelle et qui à certains endroits de leur livre semble même se confondre avec le simple bon sens, ce dont ils parlent vraiment, c'est de disciplines bien établies, de branches scientifiques spécifiques, dont le discours est disciplinaire. Il est important de rappeler que l'établissement des disciplines a fait l'objet de nombreuses études, en philosophie et en sciences humaines (cf. par exemple Michel Foucault ou Rudolf Stichweh) qui soulignent leur ancrage social et politique, et la manière dont cet ancrage structure en partie les discours, sinon le langage, de ces disciplines. L'autre raison, plus immédiate, pour laquelle l'affaire Sokal est politique, c'est qu'elle est née et s'est développée dans un contexte politique très fort, aux USA en particulier.

Un ouvrage "Higher Superstitions" paru quelque temps avant avait relancé la polémique autour du féminisme et du multiculturalisme ; Higher Superstitions défend en particulier l'idée qu'aux USA actuellement, à cause des politiques de quotas, le principal opprimé est l'homme blanc. En parallèle, on voit ressurgir les divers tests qui prétendent donner la preuve de l'infériorité de certaines populations (noires en particulier) et les publications qui suggèrent donc d' arrêter les politiques en faveur des minorités ou des femmes. Le numéro spécial de "Social Studies" dans lequel Sokal a publie son article-canular avait été conçu au départ par les éditeurs comme une contre-attaque contre les positions de Higher Superstitions, et il ne semble pas innocent que le canular de Sokal ait visé par sa présence même l'ensemble de ce numéro particulier. Ceci dit, Alan Sokal a beaucoup insisté sur sa qualité d'homme de gauche dans ses premières interventions, son but étant selon lui de relancer à gauche un élan proscientiste, contre les tendances postmodernes ou critiques de la science ; il n'est donc pas immédiat de cerner les positions politiques exactes des protagonistes, mais elles ont été au début particulièrement mises en avant par eux mêmes.

Le livre de Sokal et Bricmont laisse en revanche de côté ses questions, pour se concentrer exclusivement sur la méconnaissance des sciences dont témoignent certains des auteurs-phares (souvent français, d' ailleurs) de la gauche post-moderne américaine.

Ce texte reproduit l' intervention orale de Catherine Goldstein dans le débat qui avait eu lieu le 19 septembre 1998. Comme la précédente version, parue dans le numéro 4 de « femmes & math », avait souffert de problèmes de transcription, nous le publions à nouveau.

Je peux être d'accord avec certains points du livre "Impostures intellectuelles" de Sokal et Bricmont. Il est d'ailleurs assez facile de l'être, de repérer dans certains écrits philosophiques une utilisation abusive de métaphores issus des sciences (chaos, théorème de Gödel, etc.). En lisant le livre de Jean Bricmont et Alan Sokal, j'ai eu le sentiment d'être à l'intérieur d'une communauté scientifique, d'appartenir à un certain milieu, justement défini par le fait de comprendre d'emblée ce qui les énervait. Mais il faut constater qu'il n'y a eu à la suite de ce livre aucune avancée, ni pour élucider sérieusement pourquoi l'utilisation ne fait pas sens (si c'est le cas), ni surtout pourquoi des gens d' autres disciplines utilisent, à tort ou à raison, des notions mathématiques, et dans quelles circonstances. Une discipline est un ensemble de manières d'argumenter. II ne s'agit pas seulement de l'utilisation de mots isolés mais de la complexité de leur emploi. De plus, ce qui est difficile dans une discipline ne l'est pas forcément ailleurs. Le mauvais emploi dans une discipline d'un terme, fondamental dans une autre, ne signifie pas toujours que la première discipline est en son entier un tissu d'inepties.

On trouve aussi un certain mépris à l'intérieur des sciences pour d'autres domaines, hors de la science stricto sensu, ou même pour des disciplines scientifiques éloignées de la sienne, et le livre de Sokal et Bricmont participe aussi de ce genre-là. Dans certains cas, ils attaquent des points mineurs des ouvrages discutés et ne semblent pas s'en apercevoir.

Je reproche ainsi aux auteurs d' "Impostures intellectuelles" des amalgames très dérangeants comme d'assimiler toutes les sciences humaines à la philosophie et à la psychanalyse. Ou de laisser entendre que toutes les sciences exactes fonctionnent de manière identique, alors que nous savons très bien les malentendus qui peuvent surgir entre, disons, mathématiciens et physiciens, voire entre des spécialistes des branches différentes des maths. D'autre part, eux-mêmes font exactement ce qu'ils reprochent aux autres de faire : ils s'appuient sur des prétendus "faits", en particulier tirés d'une histoire des maths vulgarisée, qui sont inexacts, ils se livrent à des généralisations bien trop hâtives.

Il faudrait pouvoir comprendre (et faire comprendre) ce qui rend les choses difficiles à l'intérieur d'une discipline. Comment reconnaît-on l'exercice scientifique ? Ce n'est pas seulement au niveau des mots que les difficultés apparaissent. Pouvoir déterminer si des mots sont sérieux ou non correspond aussi à une appartenance à un milieu.

On a l'impression, après lecture de ce livre, qu'un grand pas en arrière a été fait. D'une part, parce que certains des auteurs visés que ce soit Gilles Deleuze ou Jacques Lacan avaient au moins essayé d'établir des ponts entre sciences exactes et sciences humaines. D'autre part, et surtout, parce qu'il existe maintenant de nombreux travaux qui, tout en s'appuyant sur une connaissance bien plus approfondie des disciplines scientifiques que ces auteurs, étudient le problème du langage scientifique et de son utilisation je mentionne au hasard l'article-programme d'Eric Brian, "Le livre des sciences est-il écrit dans la langue des historiens ?" (in : B. Lepetit, "Les formes de l'expérience ; une autre histoire sociale"), ou le groupe d'étude dirigé par Lorraine Daston (Max Planck Institut for History of Science) sur l'histoire de l'objectivité scientifique (comment celle-ci s'est transformée, a été fondée à différents moments pour différents groupes de scientifiques). Ces travaux ne sont en rien "relativistes", mais ils n'assimilent pas non plus la science, qui est une activité humaine, donc historique, à une vérité universelle de tout temps présente. Il me semble qu'il est plus utile de faire connaître de tels travaux, de faire réfléchir ensemble scientifiques de plusieurs disciplines, que de mettre en avant, de manière publicitaire, des champions de causes présentées artificiellement comme opposées.

Si on essaye de dépasser cette opposition factice entre sciences humaines et sciences exactes, quelles formes donner à l'interdisciplinarité ? Est-ce accepter comme donnés les concepts de l'autre ? Est-ce travailler ensemble à forger de nouveaux concepts ? L'interdisciplinarité se fait-elle forcément par le biais d'une popularisation accessible ? A mon avis, la question de la popularisation est cruciale, et donc celle de la responsabilité des personnes, scientifiques, journalistes, ou autres, qui la fabriquent .

Catherine Goldstein, CNRS, Université de Paris Sud

Place et statut des mathématiques dans la genèse par sexes de la structure
de la représentation sociale des métiers scientifiques

Françoise Mariotti
Doctorante en Psychologie Sociale - Univ. Paris 8
131 rue du Château de Rouquet - 34980 St Gély du Fesc
Tél : 04 67 84 27 63 - mail : françoise.mariotti@univ-mont3.fr

Introduction

A partir du constat de la désaffection des filles pour les métiers scientifiques et le lien étant posé de l'importance des mathématiques pour l'accès à ces filières, le but de cet article est d'étudier la place et le statut des mathématiques dans la genèse de la structure de la représentation de la science puis des métiers scientifiques chez des collégiens et des lycéens des deux sexes. Ceci sera examiné à l'aide de différentes méthodes issues de l'approche structurale des représentations sociales dans le domaine de la psychologie sociale.

Filles et métiers scientifiques, ou filles et mathématiques ?

La moindre orientation des filles vers les métiers scientifiques et techniques ne cesse depuis une trentaine d'années d'attirer l'attention. En France, dès l'entrée en première les filles vont « saturer » les classes littéraires (82% de filles en L), un peu moins les sections économiques (62 % en ES) pour n'être plus que 40 % en S. Un travail de la commission française de l'UNESCO préparatoire à la 4ème conférence des Nations Unies pour les femmes à Pékin en 95 (Clair, 1995) qui s'interroge sur la formation scientifique des filles n'hésite pas à parler de problème mondial. D'ailleurs, en 1985 un programme d'actions financé par la CEE intitulé « Egalité des chances entre filles et garçons à l'école et nouvelles technologies de l'information », s'est donné pour objectif de faire prendre conscience aux unes et aux autres des stéréotypes attachés aux « métiers féminins » et aux « métiers masculins ». Le rapport Genisson remis au Premier ministre en 1999 sur l'égalité dans les faits conclue cependant que « malgré la volonté de diversifier l'orientation scolaire des filles, aucune amélioration sensible n'est intervenue depuis quinze ans ».

Or, si l'on sait que Pascal dichotomisait l'accès à la connaissance soit par le raisonnement, ou « esprit de géométrie » soit par l'intuition ou « esprit de finesse », il faut bien reconnaître que la sélection d'accès aux métiers scientifiques passe essentiellement par l'habileté mathématique. Ainsi le guide « Faire des sciences et réussir » de l'ONISEP (1994), pose clairement les conditions : « les mathématiques. . .à tous les avant-postes de la pensée scientifique, sont à la fois une science poursuivant ses propres développements et un outil pour toutes les autres sciences » ; et de lister les secteurs dont cet outil sera la base : « l'industrie, les banques, les assurances, aéronautique, automobile, Défense, nucléaire. . . ».

Les processus en jeu dans le choix d'un métier sont bien sûr complexes et ne se limitent pas à l'application des compétences scolaires. Car il est un fait certain, c'est que les filles ont aujourd'hui dépassé leur retard historique d'accès au savoir. Il faut rappeler qu'autrefois l'enseignement secondaire féminin n'était pas comparable avec le secondaire masculin (Mayeur, 1995 ;

Lelièvre et Lelièvre, 1991) ; au XIXe siècle, le latin, présenté comme une matière utilitaire, n' était pas enseigné aux filles. C'est seulement en 1908 que l'enseignement des mathématiques fut introduit pour que les filles puissent se présenter au baccalauréat. Et ce n'est qu'en 1924 que le décret de Léon Bérard assure en pratique l'assimilation du secondaire féminin au secondaire masculin. Aujourd'hui, on peut constater que par rapport aux garçons, à valeur scolaire comparable et caractéristiques sociales identiques, les filles redoublent moins, sont plus nombreuses à réussir le baccalauréat et à poursuivre des études universitaires.

Cependant, Goldstein (1992) remarque l'intérêt de rapprocher deux stéréotypes : celui sur « la » femme et celui sur « la » mathématique : « leur construction même accompagne et renforce leur incompatibilité mutuelle ». Roy (1992) implique Rousseau dans l'ancrage du stéréotype féminin de la sensibilité, l'intuition, l'aisance dans le concret, amenant les hommes à se réserver « la recherche des vérités abstraites et spéculatives, des principes, des axiomes dans les sciences » (Emile)[1]. Aussi Larochelle et Désautels (1992) peuvent conclure un ouvrage consacré à l'apprentissage des sciences en insistant sur le fait que « la représentation sociale dominante tend à museler explicitement la compétence des filles ou la ridiculise ». De fait, une importante littérature va ainsi tenter de cerner ce phénomène spécifique, filles et mathématiques, et son corollaire, filles et sciences, passant en revue ce qui est écrit sur la différence biologique, sociologique, psychologique, sans toutefois s 'appesantir ou même s'interroger sur la désaffection des garçons vers les filières littéraires car elle n'entraîne pas les mêmes conséquences économiques. Goldstein remarque que le sens d'interrogation dominant est « filles et mathématiques », et non « mathématiques et filles », même si des associations[2] travaillent à une didactique des sciences selon le genre.

Les représentations sociales à l'oeuvre

Le concept de représentations sociales s'est révélé particulièrement heuristique en psychologie sociale depuis les travaux de Moscovici en 1961 sur la représentation de la psychanalyse. Les représentations sociales sont des modalités de pensée pratique ou de sens commun orientées vers la communication, la compréhension et la maîtrise de l'environnement social. Elles sont élaborées par des communautés concernées par un objet social spécifique (ou une classe d'objets) et sont appréhendées méthodologiquement par des éléments de discours sur cet objet (opinions, savoirs, croyances...). Or, l'aproche structurale a montré que tous les éléments d'un discours n'ont pas le même poids. En effet, ce qui définit la structure de la représentation sociale d'un objet et ce *quel que soit son contenu*, est le fait que les différents éléments qui la composent sont organisés selon de multiples relations de connexion. Cette organisation a été spécifiée en termes de « noyau central » et « éléments périphériques » (cf. Abric, 1994) :

• *Le noyau central* de la représentation sociale d'un objet est constitué d'un petit nombre d'éléments du discours qui ont pour fonction d'assurer la permanence de la représentation, ils ont comme caractéristique principale d'être partagés (ou consensuels) par les membres d'un groupe. Ils ont comme propriétés la saillance et l'associativité dans le discours, gèrent le sens de la représentation et en organisent la structure, entretiennent de nombreuses relations avec

[1]. D'ailleurs le sens commun ne s'y trompe pas : à l'occasion du lancement en 1998 d'un parfum masculin dénommé π , le magazine féminin « Marie-Claire » écrit que « pour la majorité des femmes, le symbole et le nom rappellent de douloureuses prises de tête, flash-back de CM1. La plupart des hommes le reconnaissent infailliblement et frétillent de l'intelligence dès que son nom magique est prononcé : c'est π. Le 3,14, l'infini. ».

[2]. « Femmes et Mathématiques », « International Organization of Women and Mathematics Education » (IOWME).

les autres éléments. Ils sont remarquablement stables dans le temps.

• *Les éléments périphériques* sont sous la dépendance du noyau central, et ont la particularité d'être plus sensibles au changement. Ils témoignent des variations individuelles déterminées par des expériences spécifiques des membres du groupe impliqué par l'objet de représentation. Dans le cas de changement d'une représentation, ce sont eux qui changent en premier.

Notons que les recherches qui adoptent cette position structuraliste attachent une grande importance au repérage du noyau central car on considère que chercher le noyau central d'une représentation, c'est chercher son fondement social.

De plus, on reconnaît un lien circulaire entre les représentations et les pratiques. Cependant, nous notons que l'approche structurale des représentations sociales est très peu utilisée pour analyser les parcours d'orientations scolaires et professionnelles. Or cette approche se révèle particulièrement heuristique pour identifier et repérer les changements â l'oeuvre dans les processus représentationnels.

Un des avantages de l' approche structurale dans l'étude des représentations sociales est qu'elle permet d'effectuer précisément des comparaisons de représentations , car :

➢ *on considère que deux représentations d'un même objet par des groupes différents sont différentes si et seulement si leur noyau central est différent.*

Ainsi, il va être possible d'en saisir la dynamique, ce qui nous semble particulièrement approprié dans le cas de travaux sur les représentations des métiers qui s'enrichissent et se complexifient avec l'âge. Ces travaux entrent alors dans le champ peu exploré des études sur la genèse des représentations sociales.

Hypothèses

De nombreuses représentations sociales sont en jeu dans les processus de choix professionnels. Dans le cadre de recherches sur les métiers scientifiques et techniques, nous pouvons envisager que celles du genre masculin et féminin, de la science, de la technique, du travail, et sans aucun doute bien d'autres, entrent en ligne de compte. Nous avons décidé de commencer par l'étude de la représentation de la science dont nous semble dériver celle des métiers scientifiques, étudiée ensuite [3].

Nous postulons tout d'abord et de façon générale que l'environnement peu favorable â l'accès des filles vers les sciences laissera des traces différentes dans les représentations des filles et des garçons. Le fait établi de l'usage prépondérant des mathématiques dans les filières scientifiques et techniques et ces filières se révélant différemment occupées par les filles et les garçons, nous faisons l'hypothèse principale que la représentation de la science et des métiers scientifiques sera différente selon le sexe. Etudiant la genèse de ces représentations auprès de collégiennes et de collégiens de 6ème et de 3ème, ainsi que chez des lycéennes et des lycéens de terminale littéraire

[3]. Une étude plus exhaustive (Mariotti, 1996) a exploré le champ représentationnel de la science : ses acteurs (hommes et femmes scientifiques célèbres), description et connaissance de différents métiers scientifiques, rapports entre l'aptitude en mathématiques et le choix d'un métier scientifique, description de soi et description des scientifiques-types.

(TL) et de terminale scientifique (TS), l'hypothèse secondaire portera sur le rôle différent que joueront les mathématiques selon le sexe et également selon l'étape de scolarisation et la filière suivie.

Première expérience : représentation de la science chez des 6ème et des 3ème

Méthode

Dans un premier temps, nous avons étudié la représentation sociale de la science auprès de collégiennes et de collégiens de 6ème et de 3ème. S'agissant de trouver une méthode qui convienne à des sujets qui en sont à des stades de développement intellectuel différents (et qui nous permette également de comparer quatre groupes), l'association de mots - ou Â« évocation Â» - nous paraît convenir pour lever cette difficulté. De plus, Verges (1992) a développé à partir de là une technique dite Â« analyse double des évocations Â» qui correspond à l'objectif de la théorie structurale des représentations sociales à savoir le repérage des éléments centraux et périphériques.

Vergés propose de croiser deux dimensions : la fréquence et le rang d'apparition dans la série des mots évoqués. Le résultat de ce croisement donne un tableau à quatre cases :

• la case 1 est celle où l'on trouve une congruence entre deux critères : fréquence élevée et rang moyen faible, c'est-à-dire les mots les plus cités (renvoie à la saillance) et cités en premier (renvoie à l'associativité). De ce fait elle est proposée comme identifiant le noyau central.

• la case 4 est également un lieu de congruence mais inverse : mots les moins cités et cités en dernier ou fréquence faible et rang moyen fort. Elle contient les éléments périphériques.

• les cases 2 et 3 exprimeraient, du fait de leur ambiguïté, des zones potentielles de changement.

Récemment des travaux ont fait apparaître la case 2 (fréquence élevée, rang fort) comme interagissant particulièrement avec la zone centrale : on constate alors un déplacement important de ses éléments vers la case 1 en cours de genèse.

Variables indépendantes (VI), sujets

• VI 1, le sexe : filles (F), garçons (G) - VI 2, la classe : 6e, 3e -

• 44 sujets par groupe, provenant de deux collèges différents : l'un regroupant des élèves de CSP hautes à moyennes, l'autre de CSP moyennes à basses.

Tâche

Il est demandé par écrit à chaque sujet d'écrire les trois mots qui lui vient le plus rapidement à l'esprit quand il pense au mot « science ».

Résultats

Pour les quatre groupes, nous codons « rang moyen faible » les rangs inférieurs ou égaux à 2, « rang moyen fort » les rangs supérieurs à 2. La fréquence faible est comprise entre 2 et 9, la fréquence forte entre 10 et 23.

Tableau 1
Représentation de la science chez les filles et les garçons de 6ème
(en gras les éléments du noyau central, case 1)

Filles de 6e

		RANG MOYEN *Faible*	*Fort*
		Biologie	Animaux
F	*Elevée*	**Expérience**	
R		**Recherche**	
E		Technologie	Chimie
Q		Naturelle	Physique
U		Scientifique	Vie
E		Etude	Respiration
N	*Faible*	Technique	
C		Laboratoire	
E		Fiction	
		Corps humain	
		Plantes	

Garçons de 6e

		RANG MOYEN *Faible*	*Fort*
		Biologie	Expérience
F	*Elevée*		Naturelle
R			
E		Physique	Animaux
Q		Recherche	Scientifique
U		Espace	Chimie
E		Fiction	
N	*Faible*	Etude	
C		Technique	
E		Mme Avot	
		Travail	
		Technologie	

On peut parler d'un champ sémantique relativement commun aux deux sexes : sur 17 mots à fréquence supérieure à 2 pour les filles et 15 pour les garçons, 12 sont identiques (biologie, expérience, recherche, animaux, technologie, naturelle, scientifique, étude, technique, fiction, chimie, physique). Mais leur répartition en est-elle pour autant identique ? La case 1 qui regroupe les mots les plus fréquemment évoqués et cités en premier contient pour les deux sexes l'élément « biologie ». Si l'on s'en tient à l'analyse de Vergés, le noyau central apparaît alors comme pratiquement identique[4]. Mais si l'on examine les mots qui apparaissent chez les filles et non chez les garçons : « laboratoire, corps humain, plantes, vie, respiration », et si l'on y ajoute « animaux, naturelle » qu'elles ont en commun avec eux, il nous semble que leur représentation de la science est presqu'entièrement ciblée sur la biologie avec une description de ses domaines d'application : l'homme, l'animal, la végétation.

Il n'en est rien chez les garçons puisque leur seule référence à la vie est Â« animaux, naturelle Â». Pour eux, si l'on regroupe Â« physique, espace, fiction, technique, technologie Â» (dont ils ont quatre termes en commun avec les filles) et qui de plus apparaissent dans la même case, on peut identifier une thématique se référant à l'objet technique. Cependant, elle n'est pas comme pour les filles liée au noyau central, la biologie.

Enfin, on peut remarquer que la physique et la chimie qui sont évoquées chez les deux sexes ne sont pas des disciplines encore enseignées en 6ème, alors que la biologie - ou pour eux, Â« sciences naturelles Â», ou encore selon les manuels scolaires, Â« sciences de la vie et de la terre Â» est enseignée depuis l'école primaire.

Tableau 2

Représentation de la science chez les filles et les garçons de 3ème

(en gras les éléments du noyau central, case 1)

[4]. (on pourrait avancer que si les les filles précisent ce domaine scientifique avec les mots « expérience, recherche » c'est que les pratiques manuelles apprises en classe de biologie les impressionnent —au sens photographique du terme— plus que les garçons car l'on sait que ce ne sont pas des utilisatrices habituelles des pratiques et jeux scientifiques).

Filles de 3e

		RANG MOYEN	
		Faible	*Fort*
F	*Elevée*	**Physique** **Biologie** **Naturelle**	
R E Q U E N C E	*Faible*	Maths Recherche Scientifique Vie Fiction Savoir Médecine Etude Corps Terre	Chimie Humaine Progrès

Garçons de 3e

		RANG MOYEN	
		Faible	*Fort*
F	*Elevée*	**Maths** **Naturelle**	Physique Biologie
R E Q U E N C E	*Faible*	Chimie Recherche Scientifique Einstein Vie Atome Technologie Informatique	Electricité Expérience Bombes nucléaires

Il y a 16 mots dont la fréquence est supérieure à 2 pour les filles et 15 pour les garçons, ils n'en ont en commun que 8 (physique, biologie, maths, chimie, naturelle, recherche, scientifique, vie). Les quatre matières spécifiques à l'enseignement scientifique au collège sont présentes, les autres mots ne spécifient rien en particulier. Le champ sémantique de la représentation de la science n'est donc partagé qu'à moitié.

Chez les filles, les éléments identifiés comme noyau central sont la physique et la biologie, chez les garçons ce sont les mathématiques. Dans ce cas ou le noyau central de la représentation d'un même objet, la science, n'est pas le même pour les deux groupes comparés, nous concluons que cette représentation est différente pour les filles et les garçons. Les thèmes abordés font référence à l'univers de la physique et de la technique chez les garçons : « atome, technologie, informatique, Einstein, électricité, bombes nucléaires », ce sont justement les mots qui n'apparaissent pas chez les filles. Cependant, ils ne sont pas sous la dépendance directe du noyau central qui est « mathématiques ». Alors que chez les filles, les mots « humaine, corps, terre, médecine », font référence au vivant, dont le domaine d'étude, la biologie figure dans le noyau central.

Discussion

Pour les filles et les garçons de 6e, la science, c'est la biologie. Cependant il y a plus de cohérence dans les termes évoqués qui se réfèrent à ce domaine chez les filles, renforçant ainsi la place de la biologie. Chez les garçons, on voit se dessiner une autre représentation qui n'est pas orientée vers le vivant mais vers les domaines qui constituent la physique.

Si l'on se place du point de vue de la genèse, on devrait s'attendre en 3ème à des changements dans la représentation : il y a eu entre temps beaucoup plus de contacts proprement scolaires avec des domaines scientifiques différents. Depuis la 5e est apparu l'apprentissage de la chimie et de la physique ; de plus, avec le passage en seconde qui est proche, les élèves doivent commencer à préciser les options qu'ils choisiront, et l'on sait que certaines sont particulièrement recommandées pour suivre une filière scientifique à partir de la classe de première. La représentation devrait être un peu moins « naïve » et plus utilitaire.

Ce que nous observons en 3ème est la persistance de la séparation objet vivant/objet inerte qui continue à s'exprimer entre les filles et les garçons, les filles ne faisant plus du tout référence à la technique alors que les garçons mentionnent encore la technologie, avec en plus l'électricité et l'informatique. Les filles font également apparaître un nouveau domaine d'étude du vivant, la médecine. Cette différence apparaît également dans les éléments du noyau central : les filles de 3ème comme les filles de 6ème mentionnent la biologie comme l'élément le plus important, et ajoutent la physique, tandis que pour les garçons de 3ème les mathématiques sont l'élément le plus cité et cité en premier, la biologie étant déplacée vers la case 2. Il y avait bien une structuration autour du vivant chez les filles en 6ème qui est restée en 3ème, et cette structuration absente chez les garçons de 6ème permet un changement radical de domaine scientifique en 3ème.

Cependant, les mathématiques ne sont pas absentes de la représentation de la science des filles de 3ème puisqu'elles figurent dans une des cases exprimant l'ambiguïté, celle des mots moins souvent cités mais cités en premier. On peut se demander si les garçons perçoivent déjà l'utilité sociale des mathématiques, d'autant plus qu'à résultats scolaires égaux, ils se dirigent plus que les filles vers les sections scientifiques. Parmi les 44 filles et les 44 garçons de 3ème, nous avons regardé les évocations de mots de celles et ceux qui dans notre questionnaire final de caractérisation, disaient vouloir faire un métier scientifique plus tard, c'est-à-dire 15 filles et 21 garçons. Aucune de ces filles ne mentionne les mathématiques, même en dernier rang, alors que chez les garçons ce vocable apparaît également en place du noyau central. Les filles ne sont-elles pas conscientes de l'importance de l'outil mathématique pour la sélection, ou adhèrent-elles aux stéréotypes évoqués en introduction ?

Il est intéressant de noter que l'élément mathématique n'apparaît qu'en 3ème, il y a bien l' effet de genèse que nous attendions dû à la perception de cette matière comme évaluatrice.

Ajoutons que ces représentations ont été recueillies en milieu scolaire, et reflètent la science vue non seulement par des sujets de 11 à 15 ans, mais surtout par des élèves. Si l'on compare nos résultats à ceux obtenus avec la même méthode sur le même objet, la science, par Pereira de Sà, de Oliveira Souto et Möller (1996) auprès d'une population brésilienne d'adultes consommateurs ou non de la vulgarisation scientifique, on s'aperçoit que dans ce dernier cas ce ne sont plus des domaines enseignés en classe qui sont prégnants, mais plutôt des jugements : développement, connaissance, découverte, recherche, étude, culture font partie du noyau central des deux groupes. Ces aspects généraux et abstraits différents de ceux que nous avons recueillis pourraient être expliqués en terme de développement cognitif dont la capacité d'abstraction est plus importante chez les adultes.

Ces premiers résultats vont dans le sens de nos hypothèses : il y a bien une représentation de la science différente selon le sexe et l'étape de scolarisation, et les mathématiques n'y prennent pas la même place selon ces mêmes variables indépendantes.

Deuxième expérience : Représentation sociale des métiers scientifiques chez des terminales.

Notre première recherche a été effectuée sur un public dont les choix d'orientation n'étaient pas faits ou pas exprimés, et nous ne savons pas si cette variable est susceptible d'avoir un effet. La représentation sociale de la science dépend-elle du fait que l'on aime ou non ce domaine de savoir, ou que l'on se prépare à y exercer un métier ? Pour contourner cet écueil possible, il nous a semblé intéressant de comparer les représentations dans des groupes où les filières sont déjà choisies : des sujets en classe de terminale.

Nous affinons notre objet de représentation en ciblant cette fois-ci la représentation sociale des métiers scientifiques, que nous étudions chez des terminales littéraires, (TL) et chez des terminales scientifiques (TS). L'une étant stéréotypiquement l'antithèse de l'autre, la comparaison nous permettra d'argumenter nos précédentes interrogations.

Nous nous attendons à trouver une représentation différente entre les TL et les TS car il y a évidemment des savoirs et des pratiques scientifiques différentes selon ces filières ; nous pensons également que l'importance de l'héritage socioculturel dont on a vu en introduction la spécificité sexuée, rendra également les représentations différentes entre les sexes, quelle que soit la filière. Cependant, il est envisageable de trouver plus de différence selon le sexe chez les TS que chez les TL, les garçons TS ayant ont plus de légitimité sociale -et historique- à se trouver dans cette filières [5].

Méthode

Rappelons que la structure d'une représentation sociale est définie par l'organisation interne de ses éléments qui sont liés entr'eux par des relations. Les méthodes associatives utilisées jusqu'à présent ne spécifient pas ces relations. Par exemple, « mathématiques » peut être associé au thème inducteur « métiers scientifiques » pour différentes raisons : « c'est un métier où l'on doit être fort en mathématiques », ou bien « c'est un métier qui a un rapport avec les mathématiques » (Mariotti, 1996). Supposons que les mathématiques soient un élément central pour des groupes différents, si ce n'est pas pour les mêmes raisons, peut-on se contenter de dire que les sujets ont la même représentation ?

C'est pour affiner l'étude structurale des représentations sociales que Guimelli et Rouquette (1992), proposent de spécifier ces relations associatives et de les regrouper en familles de schèmes opératoires ou « schèmes cognitifs de base (SCB) ». Chaque SCB comprend différents connecteurs (ou opérateurs) « $\boldsymbol{c}$ » qui caractérisent les états de relations entre un objet de représentation $\boldsymbol{A}$ et un mot associé $\boldsymbol{B}$. Une représentation sera alors définie comme un assemblage de triplets « $\boldsymbol{A}$ $\boldsymbol{c}$ $\boldsymbol{B}$ » :

métier scientifique « c » mathématiques
métier scientifique « c » difficile , etc.

Chaque SCB caractérise une dimension différente comme les dimensions descriptives, (SCB Description) fonctionnelles (SCB Praxie), évaluatives (SCB Attribution). Nous avons relevé dans une étude précédente (Mariotti, op. cité) que les deux dernières dimensions étaient particulièrement prégnantes dans le discours des sujets sur la représentation des métiers scientifiques, c'est donc avec ces deux SCB, Praxie et Attribution, que nous travaillerons.

Quant au repérage des éléments centraux, il se fera grâce à deux indices, *valence* et *valeur lambda* :

• *La valence* dénote la force des associations reliant le mot inducteur aux mots associés. Elle est le rapport, compris entre 0 et 1, du nombre d'opérateurs c activés (choisis par les sujets) sur le nombre total d'activations possibles qui sont présentées sur une liste. Plus elle est élevée, plus l'élément est important dans la représentation.

On peut ainsi analyser les réponses à plusieurs niveaux : un niveau global, exprimé par la valence totale ou VT (rapport de toutes les liaisons), un niveau par SCB : valence Praxie (VP) et valence Attribution (VA), enfin la valence par connecteurs.

[5]. Selon une étude de l'association Femmes et Mathématiques : si l'on demande aux parents d'élèves quels sont leurs voeux concernant leur progéniture, ils avouent dans 70 % des cas préférer une terminale S ou ES pour leur fils, mais dans seulement 45 % des cas pour leur fille.

• Cependant la valence seule ne permet pas toujours de déterminer quand un élément fait ou non partie du noyau central, aussi peut-on considérer cette mesure comme une *grandeur vectorielle lambda* exprimée par le rapport du vecteur théorique au vecteur pratique de la valence. Dans ce cas, un élément sera défini comme central si $\lambda = 1$, et périphérique si $\lambda > 1$. Pour encore plus de précision concernant λ, il est prévu un dernier calcul de la valeur Δ mesurant l'incertitude spécifique liée à la prise de mesure (pour une présentation complète du modèle des SCB et de ses mesures, voir Rouquette et Rateau, 1998).

Nous avons alors tous les éléments permettant d'identifier l'état d'activation des éléments en ayant recours aux formules suivantes :

• $\mathbf{1 - \Delta\lambda \leq \lambda \leq 1 + \Delta\lambda}$ **: élément central**
• $\mathbf{\lambda > 1 + \Delta\lambda}$ **: élément périphérique**

Procédure

Les entretiens exploratoires sur les métiers scientifiques avec des sujets de TL et TS ont fait apparaître deux éléments saillants dans leur discours et sur lesquels nous faisons une hypothèse de centralité : l'importance des *mathématiques* et le grand choix des *débouchés* offerts par cette filière. Nous allons tester leur importance respective dans la représentation en les soumettant à la procédure des SCB qui comporte trois étapes :

1 - étape d'association, qui concerne directement l'objet de représentation ou un élément en rapport avec lui, ici *mathématiques* , et *débouchés* . On demande au sujet d'associer trois mots après avoir lu un texte court présentant l'objet de représentation et plaçant le mot inducteur [6].

2 - étape de justification, indispensable pour faciliter l'étape suivante : le sujet est invité pour chaque mot à écrire les raisons de son association.

3 - étape de caractérisation : le sujet indique si oui, peut-être ou non chaque mot qu'il a associé entretient une relation avec ce mot inducteur, grâce à une liste préÃ©tablie des connecteurs correspondant aux SCB Praxie et Attribution.

C'est le nombre de oui obtenus qui permettra de calculer les valences.

Variables indépendantes (VI), sujets

• VI 1, le sexe : filles (F), garçons (G) - VI 2, le type de terminale : littéraire (TL), scientifique (TS) - VI 3 : le type d'inducteur : mathématiques (M), débouchés (D).

• 179 sujets provenant de trois lycées généraux de Montpellier répartis ainsi :

Tableau 3
Détail du plan expérimental avec les trois VI

		Mathématiques (M)	**Débouchés (D)**
	Littéraires (L)	FLM n = 25	FLD n = 19
FILLES (F)			
	Scientifiques (S)	FSM n = 24	FSD n = 25
	Littéraires (L)	GLM n = 20	GLD n = 17
GARÇONS (G)			
	Scientifiques (S)	GSM n = 25	GSD n = 24

[6]. Ex. de texte inducteur pour les classes de terminales S : « Vous êtes en terminale S, une filière qui prépare le plus souvent à exercer un métier scientifique ou technique. Au sujet de ces métiers, on s'accorde généralement pour dire que les mathématiques y tiennent une grande place et que les débouchés y sont nombreux ».

Résultats

Nous examinerons ces résultats en trois temps : en premier lieu, comparer le statut des éléments « mathématiques » et « débouchés » et isoler l'élément central grâce à la valence et aux valeurs λ et $\Delta\lambda$. Ensuite nous nous intéresserons plus particulièrement à l'élément central et nous comparerons les valences des SCB Praxie et Attribution qui le concernent, par filière et par sexe. Si des différences significatives apparaissent entre les groupes, nous affinerons la recherche en étudiant les valences par connecteur. La discussion se fera après ces trois étapes.
Recherche de l'élément central

Tableau 4

Détermination des éléments centraux et périphériques avec λ et $\Delta\lambda$ à partir de la valence totale (VT)

	Littéraires		**Scientifiques**	
	Filles	*Garçons*	*Filles*	*Garçons*
Mathématiques	VT : .45 λ : 1,11 $\Delta\lambda = 0{,}11$ $0{,}89 \leq 1{,}11 \leq 1{,}11$ **Central**	VT : .48 λ : 1,02 $\Delta\lambda = 0{,}12$ $0{,}88 \leq 1{,}02 \leq 1{,}12$ **Central**	VT : .46 λ : 1,08 $\Delta\lambda = 0{,}09$ $0{,}91 \leq 1{,}08 \leq 1{,}09$ **Central**	VT : .41 λ : 1,23 $\Delta\lambda = 0{,}12$ $1{,}23 > 1{,}12$ *Périphérique*
Débouchés	VT : .43 λ : 1,18 $\Delta\lambda = 0{,}15$ $1{,}18 > 1{,}15$ *Périphérique*	VT : .41 λ : 1,23 $\Delta\lambda = 0{,}11$ $1{,}23 > 1{,}11$ *Périphérique*	VT : .36 λ : 1,49 $\Delta\lambda = 0{,}16$ $1{,}23 > 1{,}49$ *Périphérique*	VT : .40 λ : 1,26 $\Delta\lambda = 0{,}13$ $1{,}26 > 1{,}13$ *Périphérique*

Nous nous trouvons devant deux configurations différentes : pour les FL et les GL, ainsi que pour les FS, il y a pour l'instant identité de structure représentationnelle, avec « mathématiques » comme élément central, et « débouchés » comme élément périphérique. Pour les GS, les deux éléments sont périphériques.

Notre recherche visant à étudier le statut des mathématiques et l'élément Â« débouchés Â» étant périphérique pour les quatre groupes, c'est sur l'élément Â« mathématiques Â» qui de plus occasionne des différences entre FS et GS que nous concentrons maintenant l'étude de nos résultats.

Du côté de Praxie et Attribution

Ce n'est pas la même chose que de rendre compte de ses connaissances sur un objet de représentation grâce à des opérateurs désignant l'action (Praxie) ou se référant à des jugements (Attribution). Il a été montré que lorsque des pratiques nouvelles sont mises en place dans un groupe, le SCB Praxie est majoritairement activé. Ici, des pratiques différentes sont mises en oeuvre par rapport à notre objet de représentation, les métiers scientifiques. Un groupe s'y prépare, les TS, l'autre non, les TL ; de plus, nos hypothèses posent également une différence par sexe due à un héritage idéologique. En fonction de tout cela, nous nous attendons à trouver des différences dans les valences Praxie (VP) et les valences Attribution (VA) par filière et par sexe.

Tableau 5
Comparaison par sexe selon la filière des valences pour « mathématiques » des SCB Praxie (VP) et Attribution (VA)

	FL	**GL**	**Valeur du X2**	**Significativité**
VP	.42	.46	3,29	P.<.07
VA	.50	.52	0,26	NS
	FS	**GS**	**Valeur du X2**	**Significativité**
VP	.46	.38	13,45	P.<.01
VA	.46	.46	0	NS

La comparaison des VP, puis des VA pour les 4 groupes ensemble n'est pas significative (nous ne l'avons pas fait figurer).

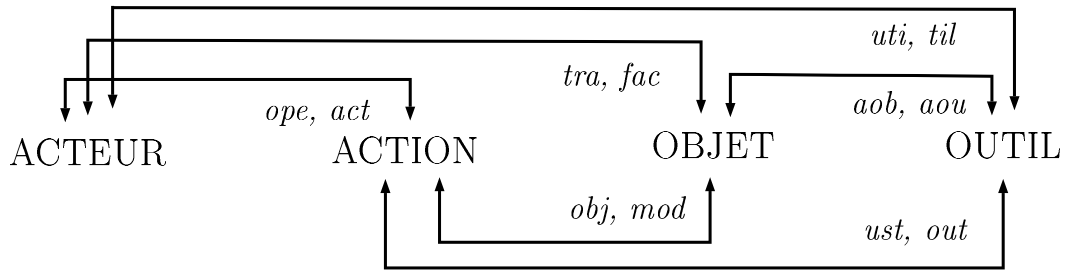
En ce qui concerne le SCB Attribution (VA), on n'observe aucune différence d'utilisation entre les sexes selon les filières.

Pour le SCB Praxie (VP), il semblerait que chez les littéraires, les garçons l'activent plus que les filles, mais la significativité n'est que tendancielle (.07). En revanche, la significativité est forte chez les scientifiques (.01), et ce sont les filles qui activent plus le SCB Praxie que les garçons. Nous avons là l'explication de la différence de statut de l'élément « mathématiques » entre les FS (noyau central) et les GS (élément périphérique). Remarquons également que les valences Praxie et Attribution sont identiques chez ces filles (.46) mais non chez les garçons. Elles attachent autant d'importance aux éléments attributifs que praxéologiques.

Etude des connecteurs

C'est dans le groupe des scientifiques que nous focalisons maintenant la suite de notre analyse. Ayant trouvé une différence fortement significative entre les filles S et les garçons S concernant le SCB Praxie, il nous est possible de repérer où cette différence se situe. Pour cela, nous devons auparavant préciser la fonction des différents connecteurs « c », au nombre de douze, se référant à ce type de SCB.

Ce schème Praxie est organisé selon la formule Acteur*Action*Objet*Outil (exemple : « une mathématicienne* établit *un graphique* avec un ordinateur ») dont on décompose les éléments deux à deux, éléments liés par un connecteur désigné par un trigramme prononçable[7]. Pour une meilleure compréhension des liaisons, nous proposons cette représentation graphique :



[7]. Cependant ils ne sont pas présentés sous cette forme aux sujets lors de l'étape 3 de caractérisation. A chaque connecteur correspond une définition formelle traduite en expression standard dans le questionnaire remis au sujet : ex. au connecteur « UST » correspond l'expression « pour faire A on utilise B », ce qui donne ici « pour faire un métier scientifique on utilise votre 2e réponse ».

Si l'on reprend notre exemple, les relations se décomposent ainsi : Acteur OPE Action (une mathématicienne OPE établir) ; le symétrique étant Action ACT Acteur (établir ACT mathématicienne) ; Acteur TRA Objet (une mathématicienne TRA graphique), le symétrique étant Objet FAC Acteur (graphique FAC mathématicienne), ainsi de suite.

Ceci étant posé, nous pouvons présenter les résultats par connecteurs. Revenons auparavant en arrière : nous voyons depuis la première expérience que filles et garçons ne partagent pas la même représentation de la science, et des métiers scientifiques. Chez les TS, le statut des mathématiques est différent selon le sexe, central pour les filles, périphérique pour les garçons ; de plus, les filles se servent plus que les garçons du connecteur Praxie pour activer leur représentation. Grâce à l'analyse des programmes de réponses par connecteurs, nous pouvons approcher au plus près de l'explication de ces différences, c'est-à-dire en quoi les filles pensent différemment des garçons que les mathématiques sont essentielles dans l'accès à des métiers scientifiques.

Tableau 6

Valence des connecteurs du SCB PRAXIE, par sexe, avec comparaison par $\chi 2$
(en gras les valences supérieures à la moyenne)

Connecteurs	**FS** N=24	**GS** N=25	Valeur du $\chi 2$	Degré de Significativité
OPE	.49	.36	2,38	NS
TRA	**.56**	.43	2,73	p.<.10
UTI	**.78**	**.52**	13,44	p.<.001
ACT	.35	.32	0,12	NS
OBJ	**.56**	.39	4,1	p.<.04
UST	**.68**	**.53**	3,33	p.<.07
FAC	.04	.05	0,1	NS
MOD	.43	.29	2,95	p.<.09
AOB	**.60**	.45	3,07	p.<.08
TIL	.32	.33	0,03	NS
OUT	.36	.36	0,01	NS
AOU	.42	.48	0,58	NS

Chez les filles, cinq valences sont supérieures à .50, donc recueillent un fort consensus. Chez les garçons, seulement deux. Les comparaisons par x2 montrent que six connecteurs sur douze sont différemment activés, et - même si certains seuils de significativité sont seulement tendanciels - quand on observe la place qu'ils occupent après un reclassement selon la formule opératoire Acteur*Action*Objet*Outil, une certaine cohérence apparaît :

Tableau 7

Regroupement des connecteurs significativement différents selon le sexe
(en gras et en italique, avec leur degré de significativité)

	ACTEUR	ACTION	OBJET	OUTIL
Acteur	/	OPE	***TRA.10***	***UTI.001***
Action	ACT	/	***OBJ.04***	***UST.07***
Objet	FAC	***MOD.09***	/	***AOB.08***
Outil	TIL	OUT	AOU	/

La dimension d'objet « on travaille sur X » recueille deux connecteurs différemment activés. Les trois connecteurs directement liés à la notion d'outil « on travaille avec X » recueillent des différences significatives, surtout UTI. Pourtant, UTI et UST sont chez les garçons les connecteurs qui recueillent le plus de consensus, montrant que la dimension d'outil pour les mathématiques n'échappe pas aux garçons. Mais il est beaucoup plus important chez les filles et à plus d'un titre.

Discussion

Nos hypothèses portaient en premier lieu sur la différence des pratiques qui pouvait jouer sur le fait de trouver éventuellement des différences de représentation des métiers scientifiques, puis sur une différence par sexes. Au vu de nos résultats, nous ne pouvons affirmer que la variable filière ait le même effet que la variable sexe sur les différences recueillies. Mais il y a bien une représentation sexuée des métiers scientifiques. Nous nous attendions à plus de différences entre les sexes chez les littéraires, elles sont superficielles (les garçons activent un peu plus que les filles les connecteurs Praxie, référant à l'aspect fonctionnel) et nous ne nous y attarderons pas. En revanche elles sont significatives chez les scientifiques, ce que nous prévoyions. Chez eux ce ne sont pas les pratiques qui règlent la structure représentationnelle, mais le statut sexué différent (seules les pratiques relatives à la science dans la sphère scolaire sont partagées, pour les autres nous ne l'avons pas vérifié). Le résultat qui nous surprend est la communauté structurelle entre les littéraires des deux sexes et les filles scientifiques. Les premiers ne sont pas concernés par ce type de métiers, et quelquefois même s'ils sont en littéraire c'est qu'ils les rejettent [8] (à titre anecdotique, nous reproduisons la justification d'une fille littéraire qui a associé « maths » et « mort » : c'est parce que ça commence par la même lettre). Alors que les deuxièmes, on l'a vu (cf. note 5) ne sont pas là « machinalement », leur place n'est pas considérée comme automatique. L'élément central porte, ne l'oublions pas, sur les mathématiques. Il y a sans doute bien d'autres explications possibles, mais les stéréotypes attachés à cette matière, qu'elles connaissent (elles sont plus nombreuses que les garçons à croire qu'il faut être douée pour y réussir), jouent sans doute, les plaçant sous la même communauté représentationnelle que les littéraires.

D'autre part, le fait que les deux éléments proposés ne soient que périphériques pour les garçons ne veut pas dire qu'il n'y a pas de noyau central dans leur représentation, mais que

8. II faut savoir qu'une option mathématiques est proposée en L . Cependant, un guide destiné aux candidats de cette série les prévient en ces termes : « amateurs de littérature, d'histoire, de langues... et pas forcément rebelles aux mathématiques ».

nous ne l'avons pas identifié, qu'il ne figure pas dans les éléments repérés comme saillants dans le discours. On peut penser qu'ayant réalisé assez tôt que les mathématiques sont l'outil incontournable pour accéder aux métiers scientifiques et techniques, cette importance se soit effacée de la représentation au point d'être devenue périphérique? Rappelons que le noyau central est défini comme inconditionnel, non négociable. Les garçons reconnaissent sûrement que sans de solides compétences dans cette discipline ils ne peuvent suivre cette filière, mais si l'on peut se permettre cette comparaison, c'est un peu comme si cet outil était dans leur cartable depuis très longtemps. Il perd son caractère de nouveauté, il n'est plus ni fragile ni précieux, on sait qu'il est là, point. Sembleraient aller dans le sens de cette explication les différences de valences entre les sexes pour les dimensions relatives à l'outil : UTI, UST et AOB recueillent respectivement .52, .53 et .45 pour les garçons, tandis que chez les filles, elles grimpent à .78, .68, .60. Il semblerait que tout cela fonctionne un peu comme s'il y avait un groupe légitime, Â« habitué Â» les garçons, et un autre illégitime, tentant une percée, les filles. Cependant, si l'on considère qu'elles intègrent la filière S pour aller majoritairement vers les métiers touchant au vivant (médecine, biologie, agro-alimentaire etc., comme les filles de notre échantillon) et sachant que l'outil mathématiques aura moins d'importance dans ces filières-là, nos résultats ne manquent pas d'étonner.

Conclusion

Notre objectif principal était de chercher dans les représentations étudiées des traces de traductions éventuelles des événements en amont qui font que les filles vont moins facilement que les garçons vers les filières scientifiques. En premier lieu faisons remarquer que l'approche purement formelle défendue par les études structurales étaye bien ce qui se joue encore aujourd'hui dans la partition sexuée des métiers et montre que dans le cas des métiers scientifiques, les filles et les garçons ne s'approchent pas des filières y conduisant avec les mêmes représentations. Du point de vue de la genèse, on constate que ces différences apparaissent assez tôt, bien avant que des pratiques ayant trait à ces métiers apparaissent. Une sorte de prédisposition sociale de l'attention à l'autre qui est dévolue aux filles rend ainsi compte de son ancrage dès la 6e, pour se poursuivre en 3e et s'observer encore au-delà, comme si le domaine du vivant était réservé aux filles. On peut alors parler de Â« déterminants d'ordre idéologiqueÂ» qui marquent la construction d'une représentation. Quant à la place et au statut accordés aux mathématiques par les deux sexes, nous avons montré qu'ils étaient différents : élément central chez les garçons de 3e mais pas chez les filles dans la représentation de la science, puis périphérique pour la représentation des métiers scientifiques chez les garçons de TS qui n'en font pas, contrairement aux filles pour qui il est central, leur outil primordial d'accès aux sciences. Nous pensons avec ces résultats avoir contribué d'une certaine mesure à l'évaluation des dispositifs d'ouverture des représentations dans le cadre de la diversification de l'orientation professionnelle des filles.

Références bibliographiques

Abric, J.-C. (1994). *Pratiques et Représentations sociales.* Paris : PUF.

Clair, R. (1995). *La formation scientifique des filles. Un enseignement au-dessus de tout soupçon ?* Commission Française pour l'Unesco, UNESCO, Lins.

Genisson, C. (1999). *30 propositions pour une égalité dans les faits : Rapport au Premier Ministre de Juilllet 1999.*

Goldstein, C. (1992) On ne naît pas mathématicien. *Le sexe des sciences.* Paris, Editions Autrement. Série Sciences en société n° 6 -143-155.

Guimelli, C., Rouquette, M.-L. (1992). Contribution du modèle associatif des schèmes cognitifs de base à l'analyse structurale des représentations sociales. *Bulletin de Psychologie*, XLV, 405, 196-202.

Larochelle, M., Désautels, J. (1992). *Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants.* De Boeck Université. Les presses de l'Université Laval. 243-244.

Lelièvre, F., Lelièvre, C. (1991). *Histoire de la scolarisation des filles.* Paris : Nathan.

Mariotti, F. (1996). *Le champ représentationnel de la science chez les collégiens : son évolution et sa différenciation selon le sexe.* Mémoire de DEA de Psychologie « Acquisition et gestion des connaissances ». Montpellier, Université Paul Valéry.

Mayeur, F. (1995). Recherches historiques sur l'enseignement féminin. In *La place des femmes. Les enjeux de l'identité et de l'égalité au regard des sciences sociales.* Paris, La Découverte. 581-585.

Moscovici, S. (1961, 2e éd. 1976). *La psychanalyse, son image, son public.* Paris, PUF.

ONISEP (1994). *Faire des sciences et réussir.* Ministère de l'Education Nationale. Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche. 50-53.

Pereira de Sà, C., De Oliveira Souto, S., Miller, R. C. (1996). La représentation sociale de la science par des consommateurs et par des non-consommateurs de la vulgarisation scientifique. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, n° 29, 1/96 - Bruxelles, De Boeck. 29-38.

Roy, M. -F. (1992). Mathématicienne. *Le sexe des sciences.* Paris, Editions Autrement. Série Sciences en société n° 6 - 96-106.

Vergès, P. (1992). L'évocation de l'argent : une méthode pour la définition du noyau central d'une représentation. *Bulletin de psychologie*, XLV, 405, 203-209.

NICOLE DESOLNEUX-MOULIS, MATHÉMATICIENNE

par

Michèle Audin

Nicole Desolneux-Moulis est décédée le 22 novembre 1999. Elle avait cinquante-six ans.

Les mathématiques ...

Nicole était une spécialiste de la géométrie des variétés de dimension infinie et des systèmes hamiltoniens. Je vais essayer de donner une idée, un parfum, du type de problèmes auxquels elle s'est intéressée.

De nombreux espaces indispensables à la compréhension de la géométrie des variétés (même de dimension finie) sont des variétés de dimension infinie, par exemple, les espaces de chemins ou de lacets, plus généralement les espaces d'applications d'une variété dans une autre. Les variétés banachiques, ou hilbertiennes, sont, comme les variétés tout court, des espaces localement modelés sur un espace vectoriel. Ici c'est un espace de Banach ou de Hilbert (de dimension infinie). Les problèmes d'analyse sont plus délicats, on s'en doute, qu'en dimension finie. Qu'on pense au rôle que jouent l'approximation des fonctions ou le théorème des fonctions implicites en géométrie différentielle classique. C'est sur ces problèmes difficiles (approximation, théorème des fonctions implicites...) et sur quelques applications que Nicole avait fait sa thèse et ses premiers travaux [**1, 2, 3, 4**].

Les « systèmes hamiltoniens » sont les équations différentielles qui décrivent les mouvements d'un système mécanique dont l'énergie est conservée. Par exemple, le

C'est avec une grande émotion que j'ai reçu les encouragements et les conseils de Jean-Paul Desolneux, le mari de Nicole, qui m'a aidée à achever ce texte. Qu'il en soit remercié. Je remercie aussi Nicole Berline, Alain Chenciner et Paulette Libermann pour leur aide précieuse.

« problème à n corps », un problème de la mécanique céleste, celui du Soleil, de la Terre et de la Lune (pour $n = 3$), les gyroscopes et toupies, les problèmes de géodésiques — une particule libre sur une surface décrit une géodésique de cette surface — etc.

L'énergie est une fonction H de deux familles de variables $q_1, \dots, q_n$ et $p_1, \dots, p_n$ (on peut penser aux q comme à des positions et aux p comme à des moments) et le système différentiel est celui des équations de Hamilton :

$$\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i} \quad \dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial q_i}.$$

Plus globalement (c'est-à-dire sans utiliser de coordonnées) il s'agit d'un certain type [(1)] de champ de vecteurs sur une variété symplectique.

Une question qui a une certaine importance — même du point de vue pratique — c'est de savoir si une telle équation différentielle a des solutions périodiques ou des solutions dont on est sûrs qu'elles ne partent pas à l'infini.

Le problème des orbites périodiques est un problème de géométrie symplectique. On peut aussi considérer les orbites périodiques comme les points critiques d'une certaine fonctionnelle... sur un espace de chemins tracés dans l'espace des (q, p)... nous voilà revenus aux variétés de dimension infinie ! C'est une des façons de faire le lien entre les deux types de problèmes. Nicole avait fait un exposé au séminaire Bourbaki sur les orbites périodiques **[5]** [(2)].

Pour ce qui est du point de vue pratique, elle a aussi écrit des articles avec des astronomes **[6, 7]** dans lesquels sont démontrés, donc expliqués théoriquement, des résultats sur les orbites périodiques de certains systèmes de la mécanique stellaire qui avaient été observés expérimentalement.

Pour certains systèmes hamiltoniens, on sait qu'aucune trajectoire ne part à l'infini, simplement parce que les trajectoires s'enroulent sur des tores, on dit qu'elles sont quasi-périodiques. Ces tores remplissent notre espace de phases en le « feuilletant », comme les cercles (tores de dimensionl) concentriques remplissent le plan sur la figure 1. Ces systèmes sont les systèmes « complètement intégrables » dont il y a de très beaux exemples classiques comme la toupie ou les géodésiques d'une surface de révolution ou d'un ellipsoïde... mais pas le problème à trois corps !

Ce feuilletage de l'espace de phases par des tores est un feuilletage singulier, ce qui veut dire que la plupart des feuilles sont des tores de dimension n (la moitié de la dimension de l'espace de phases, le nombre de variables p ou q) mais il y a des accidents, des tores de dimension plus petite, comme le centre des cercles (tore de

(1) Pas n'importe quel champ de vecteurs : comme pour un gradient, on aura remarqué que les points où il s'annule (ceux où $\dot{q}$ et $\dot{p}$ sont nuls) sont les points critiques de la fonction H.

(2) Elle a d'ailleurs fait beaucoup d'exposés dont les auditeurs se souviennent, notamment au séminaire de Michael Herman à l'école polytechnique et à Paris 7 et plus récemment au séminaire de lecture des « méthodes nouvelles de la mévanique céleste » (de Poincaré) de Chenciner et Laskar.

dimension 0) sur la figure 1, ou des tores qui ne sont pas tout à fait des tores, comme le tore « pincé » de la figure 2.

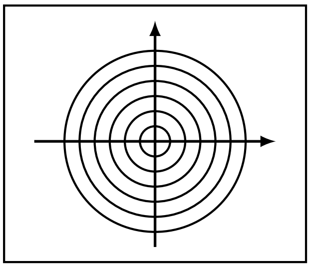


Figure 1

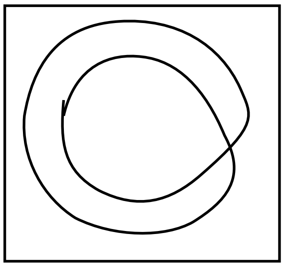


Figure 2

Les deux situations représentées sur les figures 1 et 2 apparaissent effectivement dans deux systèmes complètement intégrables simples mais respectables, l'oscillateur harmonique ($H = p^2 + q^2, n = 1$) pour l'un et le pendule sphérique, système constitué d'une bille se déplaçant sur une sphère sous la seule influence de la pesanteur.

C'est à l'étude des systèmes intégrables et plus particulièrement à l'étude du feuilletage par les tores que Nicole a consacré les articles **[8, 9]**. Elle y étudie comment se comportent les solutions du système qui vivent sur les tores singuliers du feuilletage et ce feuilletage lui-même. Elle en déduit une description des bifurcations des tores, comme sur la figure 3 ou l'on voit en coupe un tore (l'enveloppe extérieure) qui devient deux tores (les deux fins cylindres intérieurs) après le passage par le tore singulier (le cylindre en huit). Ce sont des résultats qui étaient énoncés dans des articles de Fomenko.

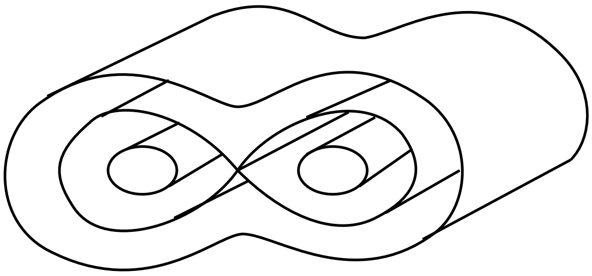


Figure 3

Plus récemment, avec Alain Chenciner, elle avait étudié les minima de la fonctionnelle d' action dans le problème à n corps **[10, 11]**, un système hamiltonien et à nouveau les variétés de dimension infinie.

... et Nicole

Les mathématiques des systèmes hamiltoniens sont un très beau sujet et j'aurais plaisir à en parler plus longuement — je pense aussi que ça aurait fait plaisir à Nicole. Mais je voulais seulement donner ici une petite idée du type de mathématiques qui intéressaient Nicole.

Je ne vais pas raconter sa vie, sa carrière. Nicole a fait d'innombrables choses, elle a joué un rôle irremplaçable, notamment à Lyon, d'autres l'ont dit (voir **[12]**). Un article de Paulette Libermann **[13]** dans le journal des anciens élèves de l'E.N.S. retrace les grandes étapes de la vie de Nicole. Laissez-moi évoquer brièvement la personnalité de Nicole à travers quelques souvenirs.

Lorsque j'étais une mathématicienne débutante, j'apercevais souvent Nicole au séminaire à Orsay. En plus d'être une femme, elle avait une particularité remarquable : elle souriait. Et elle s'intéressait à ce que faisaient les jeunes. La première fois que j'ai fait un exposé dans un grand amphithéâtre, c'est elle qui m'avait invitée à le faire, dans les débuts du séminaire sud-rhodanien **[14]** Lyon, en 1983.

J'ai rencontré Nicole de loin en loin, au rythme des séminaires symplectiques, des congrès, des jurys de thèse, au rythme de nos travaux sur les systèmes intégrables. Nous avons calculé le volume d'une baignoire avec sa fille (1) pendant un congrès à la Grande Motte, elle a apporté un mécano à la mienne quand elle est venue à Strasbourg pour la thèse de Zung.

J'ai finalement fait assez peu de choses avec elle. On se rencontrait, on ne se voyait plus pendant quelques temps, on se retrouvait et on échangeait les nouvelles comme si on s'était quittées la veille. Elle était toujours la personnalité chaleureuse et le sourire lumineux, celle qui était capable de faire travailler les mathématiciens lyonnais ensemble, de diriger le Sud-Rhodanien, d'organiser des congrès, des écoles d'été, de présider la commission de spécialistes, de développer la bibliothèque... tout en gardant l'équilibre entre ces activités et sa vie familiale, heureuse de voir sa fille Agnès se lancer dans la même voie qu'elle et son fils Yvan s'engager dans une carrière professionnelle en économie.

On se reperdait de vue, j'entendais parler d'elle, elle était malade, mais, jusqu'à l'année dernière, la vie continuait, elle était là et c'était important.

Références

[1] Nicole Moulis. Approximation de fonctions différentiables sur certains espaces de Banach. *Ann. Inst. Fourier (Grenoble)*, 21(4) :293-345, 1971.

[2] Nicole Moulis. *Structures de Fredholm sur les variétés Hilbertiennes*. Springer-Verlag, Berlin, 1972. Lecture Notes in Mathematics, Vol. 259.

(1) qui était encore trop jeune pour être une « jeune mathématicienne »

[3] Nicole Desolneux-Moulis. Théorie du degré dans certains espaces de Fréchet, d'après R. S. Hamilton. *Mém. Soc. Math. France*, 46 :173-180,1976. Journées sur la Géométrie de la Dimension Infinie et ses Applications à l'Analyse et à la Topologie (Univ. Claude Bernard-Lyon I, Lyon, 1975).

[4] Nicole Desolneux-Moulis. à propos du théorème de Newlander-Nirenberg. *C. R. Acad. Sci. Paris Sér. A-B*, 290(23) :1087-1089, 1980.

[5] Nicole Desolneux-Moulis. Orbites périodiques des systèmes hamiltoniens autonomes (d'après Clarke, Ekeland-Lasry, Moser, Rabinowitz, Weinstein). In *Bourbaki Seminar, Vol. 1979/80*, pages 156-173. Springer, Berlin, 1981.

[6] A. Hayli, N. Desolneux, and G. Galletta. Orbites périodiques dans un potentiel à trois dimensions. *Astronom. and Astrophys.*, 122(1-2) :137-142,1983.

[7] P. Cartigny, N. Desolneux, and A. Hayli. Orbites périodiques dans un potentiel à trois dimensions. II. Bifurcations. *Celestial Mech.*, 33(3) :217-227, 1984.

[8] N. Desolneux-Moulis. Dynamique des systèmes hamiltoniens complètement intégrables sur les variétés compactes. In *Géométrie symplectique et mécanique (La Grande Motte, 1988)*, pages 75-83. Springer, Berlin, 1990.

[9] N. Desolneux-Moulis. Singular Lagrangian foliation associated to an integrable Hamiltonian vector field. In *Symplectic geometry, groupoids, and integrable systems (Berkeley, CA, 1989)*, pages 129-136. Springer, New York, 1991.

[10] Alain Chenciner and Nicole Desolneux. Minima de l'intégrale d'action et équilibres relatifs de n corps. *C. R. Acad. Sci. Paris Sér. I Math.*, 326(10) :1209-1212, 1998.

[11] Alain Chenciner and Nicole Desolneux. Erratum : "Minima of the action integral and relative equilibria of n bodies". *C. R. Acad. Sci. Paris Sér. I Math.*, 327(2) :193, 1998.

[12] F. du Cloux and Y. Kerbrat. Nicole Desolneux-Moulis (1943-1999). *Gazette des Mathématiciens*, 84, 2000.

[13] P. Libermann. Nicole Desolneux-Moulis (1943-1999). *Journal des anciens élèves de l'E.N.S.*, 2000.

[14] P. Dazord and N. Desolneux-Moulis, editors. *Séminaire sud-rhodanien de géométrie.* I. Hermann, Paris, 1984. Géométrie symplectique et de contact. [Symplectic and contact geometry], Held at the Université Claude Bernard, Lyon, June 14-17, 1983.

N. B. Cette liste de références ne contient pas une liste *exhaustive* des travaux de Nicole.

Michèle Audin, Institut de Recherche Mathématique Avancée, Université Louis Pasteur et CNRS, 7 rue René Descartes, 67084 Strasbourg cedex, France • E-mail : Michele.Audin@math.u-strasbg.fr • Url : http ://www-irma.u-strasbg.fr/∼maudin

Nicole Desolneux-Moulis

Nicole Desolneux-Moulis nous a quittées en décembre 99. C'est en tant que collègue et présidente de "femmes et mathématiques" que je veux parler de la femme matbématicienne, soucieuse à tout moment de la situation de ses autres collègues femmes.

Nicole est arrivée en 1974 dans ce qui était alors le département de mathématiques de Lyon. Pendant longtemps nous nous sommes peu connues : pas d'enseignement commun, elle était géomètre etj'étais logicienne, elle était professeure et j'étais maîtresse de conférences. Cependant un jour, alors qu'elle était élue au CNU de l'époque, elle passe dans mon bureau et me demande : "As-tu candidaté à la lère classe des Maîtres de Conférences ? " Toujours enthousiaste :" Tu dois candidater ! Il faut toujours candidater à une promotion ! " Elle m'a donné le courage de le faire et j'ai été promue.

En décembre 98, l'association organise à Marseille une conférence franco-russe ; elle répond à la demande de l'association des femmes mathématiciennes russes. A la suite du départ de beaucoup de leurs brillants collègues masculins, l'enseignement dans les universités russes repose plus que jamais sur elles. De ce fait, elles perdent contact avec le milieu international de la recherche. La conférence est organisée autour de trois thèmes sur lesquels elles travaillent, dont la géométrie. Un certain nombre de conférencières ont été pressenties. Cependant, après des désistements, un mois avant la conférence nous constatons que les conférencières en géométrie sont en trop petit nombre. Je sollicite Nicole. Elle a été encore récemment malade mais elle va mieux et elle a repris son enseignement àLyon. Elle accepte avec son sourire merveilleux, gentiment, simplement, généreusement. Elle m'envoie un résumé en quelques jours, ayant tout de suite compris le sens de cette conférence. Habitant Paris pour des raisons familiales, travaillant à Lyon, elle restera avec nous plusieurs jours, travaillant constamment avec nos collègues russes géomètres, dans une attitude amicale et attentionnée.

Dans la chaleur d'un début de mois de juillet, il y a quelques années, nous nous réunissons pour discuter de la situation des filles en classes préparatoires, où elles sont toujours très minoritaires. Nicole suivait alors un traitement assez lourd, cependant elle accepte immédiatement de participer au travail sur ce sujet.

Un hommage lui a été rendu à Lyon il y a quelques mois. Jean-Paul Desolneux a parlé de son rire, reconnaissable et inoubliable. C'était un moment très émouvant. Moi aussi, je voudrais me souvenir du rire de Nicole.

Christine Charretton

* * *

J'ai connu Nicole en 1983, c'est, avec Michèle Audin, une des premières mathématiciennes que j'aie rencontrées. Toutes deux faisaient partie d'un groupe, avec Daniel Bennequin, Alain Chenciner, Albert Fathi, Michael Hermann, François Laudenbach et d'autres, qui organisait à l'ENS Ulm un seminaire de géométrie symplectique. Ce séminaire décida en grande partie de mon orientation mathématique.

Se détournant un peu de l'orientation « topologie et dynamique » de ce groupe de travail, elle nous parla de calcul des variations, et je garde encore aujourd'hui très présent le souvenir de son expose lumineux sur les géodésiques fermées. Nicole invita aussi Ivar Ekeland à y faire une conférence, àla suite de laquelle elle m'encouragea à lui demander un sujet de thèse.

Toujours, elle savait encourager les jeunes. Je lui dois en particulier ma première invitation à un colloque, le Sud Rhôdanien à Lyon [1], auquel je ne pus aller pour cause d'agrégation. [2]

Je la rencontrai assez souvent dans les années qui suivirent, en particulier à Berkeley en 1989. Puis, nous nous vîmes moins souvent, nos domaines d'inte'rêt étant légèrement différents. Mais les discussions avec elles étaient toujours très vives, et je me souviens de sa voix un peu rocailleuse, avec laquelle elle me demandait généralement, au hasard de nos rencontres : « Peux-tu dire à untel de m'envoyer son preprint, c'est vraiment TRES joli ce qu'il a fait ».

La dernière fois, c'était, je crois, un dimanche au jardin du Luxembourg.

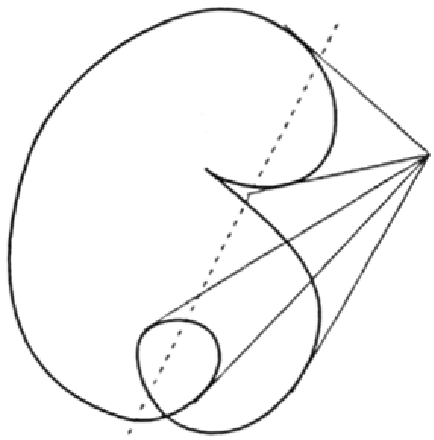
Son respect pour toutes les sortes de mathématiques, son enthousiasme et sa gaieté forment les traits communs du souvenir de Nicole partagé par de nombreux collègues.

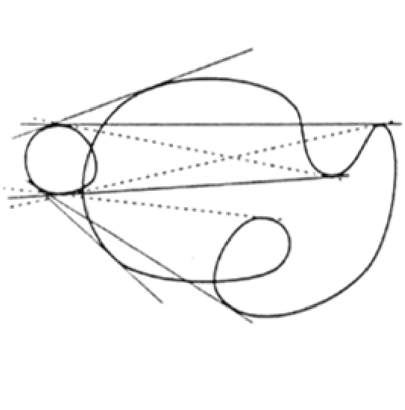
Claude Viterbo

[1] Oui, le même que celui mentionné par Michèle Audin !

[2] « Monsieur, l'agrégation est un concours séneux » répondit le président du jury, lorsque suivant une suggestion de Nicole je lui demandai de déplacer une date d'oral.

à propos de mathématiques





L’ouvert

juin 1994

L’ouvert

juin 1994

Analyse harmonique sur les groupes et les espaces symétriques

Pascale Harinck

1 Introduction :

Un problème important de l'analyse harmonique sur les groupes ou espaces symétriques est la formule de Plancherel. C'est une généralisation du théorème de Plancherel cIassique sur $\mathbb{R}$ qui dit que la transformée de Fourier s'étend en une isométrie de $L^2(\mathbb{R})$ dams lui-même. Pour f une fonction de classe C^∞ à support compact, on définit sa transformée de Fourier $\hat{f}(x) = \dfrac{1}{\sqrt{2\pi}} \displaystyle\int_{\mathbb{R}} f(y)e^{ixy}dy$ et on a la formule d'inversion $f(x) = \dfrac{1}{\sqrt{2\pi}} \displaystyle\int_{\mathbb{R}} e^{-ixy}\hat{f}(y)dy$. Un rôle particulier est joué par les fonctions $x \to e^{ixy}$: d'une part, ce sont des fonctions propres pour l'action de $\frac{d}{dx}$ (qui engendre l'algèbre des opérateurs différentiels à coefficients constants sur $\mathbb{R}$ invariants par translation), d'autre part ce sont les morphismes de groupe continus de $\mathbb{R}$ dans le groupe unitaire de $\mathbb{C}^*$ (de tels morphismes s'appellent des caractères unitaires ou des représentations de dimension 1 unitaires).

La généralisation de cette théorie sur les groupes de Lie ou espaces symétriques est liée à la théorie des représentations et à la décomposition spectrale des opérateurs différentiels. Après avoir posé le problème dans sa généralité, j'expliquerai comment la méthode des orbites permet d'obtenir la formule d'inversion de Fourier sur $SL(2,\ \mathbb{R})$.

2 Préliminaires :

Un groupe de Lie G est un groupe muni d'une structure de variété analytique pour laquelle l'application $(x,\ y) \to xy^{-1}$ est analytique. L'espace tangent $\mathfrak{g}$ en l'élement neutre e de G s'appelle 1'algèbre de Lie de G.

Le groupe G agit sur lui-même par les automorphismes $\varphi_g(x) = gxg^{-1}$ La différentielle $Ad(g) \in End(\mathfrak{g})$ de φ_g en e est appelée l'action adjointe de G sur $\mathfrak{g}$ et la différentielle $ad(X)$ de Ad en e est un morphisme de $\mathfrak{g}$ dans $End(\mathfrak{g})$ appelé action adjointe de $\mathfrak{g}$. On note $[X,\ Y] = ad(X)(Y)$. Le crochet $[\ ,\ ]$ est une forme antisymétrique qui satisfait l'identité de Jacobi : $[X, [Y, Z]] + [Y, [Z, X]] + [Z, [Y, X]] = 0$.

<u>Exemple</u> : Le groupe $Sl(n,\ \mathbb{R})$ est un groupe de Lie d'algèbre de Lie $sl(n,\ \mathbb{R}) = \{X \in M(n,\ \mathbb{R})\,; trace(X) = 0\}$. Pour $g \in St(n,\ \mathbb{R})$ et pour X, Y dams g, on a : $Ad(g)X = gXg^{-1}$ et $[X,\ \mathrm{Y}] = X\mathrm{Y} - \mathrm{Y}X$.

On définit la forme de Killing sur $\mathfrak{g} \times \mathfrak{g}$ par $\kappa(X, Y) = \mathrm{trace}(ad(X)ad(Y))$. Le groupe G et l'algèbre de Lie $\mathfrak{g}$ sont dits semi-simples si la forme κ est non dégénérée et réductifs si $\mathfrak{g}$ est le produit d'une algèbre abélienne et d'une algèbre de Lie semi-simple.

On appelle espace symétrique réductif le quotient $\mathbb{X} = G/H$ où G est un groupe de Lie réductif réel muni d'une involution σ et H est un sous-groupe ouvert du groupe des points de G fixés par σ. Dans ce cas H est une groupe de Lie réductif.

On note $\mathfrak{g}$ et $\mathfrak{h}$ les algèbres de Lie de G et H, on note encore par σ la différentielle de σ. Elle induit une décomposition $\mathfrak{g} = \mathfrak{h} + \mathfrak{q}$ où $\mathfrak{q} = \{X \in \mathfrak{g}; \sigma(X) = -X\}$.

CNRS-UMR 7586, Université Paris VII,France, harinck@math.jussieu.fr

Un élément $gH \in \mathbb{X}$ est dit régulier si le centralisateur dans $\mathfrak{g}$ de $g\sigma(g)^{-1}$ est abélien, formé d'éléments semi-simples et maximal pour ces propriétés. On note $\mathbb{X}_{reg}$ l'ensemble des éléments reguliers de $\mathbb{X}$. Si x est un élément régulier, son orbite $\Omega = H.x$ sous l'action à gauche de H possède une mesure invariante ν_Ω.

Le problème auquel on s'intéresse est le suivant : on cherche une normalisation des ν_Ω et un ensemble mesuré (Ξ, m) tels que pour presque tout $\xi \in \Xi$ il existe une distribution sphérique Θ_ξ (c'est-à-dire une distribution H-invariante et solution propre de l'algèbre $\mathbb{D}(\mathbb{X})$ des opérateurs différentiels G-invariants sur $\mathbb{X}$) et une fonction F_ξ de classe C^∞, H-invariante sur $\mathbb{X}_{reg}$, solution propre des opérateurs de $\mathbb{D}(\mathbb{X})$ telles que

$$\nu_{H.x} = \int_\Xi F_\xi(x)\Theta_\xi dm(\xi)$$

La formule d'inversion est une formule du type (*) pour $x = e_\mathbb{X}$, c'est-à-dire

$f\,(e_\mathbb{X}) = \int_\Xi c_\xi \Theta_\xi(f) dm(\xi)$ où les c_ξ sont des constantes.

Pour $G = \mathbb{R}$, on a $\Xi = \mathbb{R}$ et les $< \Theta_\xi, f >$ correspondent à la transformée de Fourier de f.

Ce problème reste ouvert dans ce cadre général et a été résolu pour les deux types d'espaces symétriques suivants :

(i) $\mathbb{X} = H = H \times H/diagonale(H \times H)$

(ii) $\mathbb{X} = G/H$ où G est un groupe de Lie réductif complexe et H est une forme réelle de G.

Les idées utilisées dans ces deux cas sont similaires, ceci est dû en partie aux deux faits suivants : l'algèbre $\mathbb{D}(\mathbb{X})$ est, dans les deux cas, isomorphe à l'algèbre des opérateurs differentiels à coefficients constants H-invariants sur $\mathfrak{h}$ et l'espace tangent en $e_\mathbb{X}$ dams (ii) est égal à $\mathfrak{q} = i\mathfrak{h}$.

Je vais expliquer les résultats et les méthodes employées sur l'exemple $H = Sl(2, \mathbb{R})$.

3 Formule d'inversion pour $St(2,\ \mathbb{R})$

On considère donc $H = Sl(2,\ \mathbb{R})$ et $\mathfrak{h} = \left\{ X = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 + x_3 \\ x_2 - x_3 & -x_1 \end{pmatrix} ; x_j \in \mathbb{R} \right\}$

On considère dans $\mathfrak{h}$ les deux sous-algèbres suivantes :

$\mathfrak{t} = \left\{ Y(\theta) = \begin{pmatrix} 0 & \theta \\ -\theta & 0 \end{pmatrix} ; \theta \in \mathbb{R} \right\}$ et $\mathfrak{a} = \left\{ X(t) = \begin{pmatrix} t & 0 \\ 0 & -t \end{pmatrix} ; t \in \mathbb{R} \right\}$

Ce sont des sous-algèbres de Cartan, c'est-à-dire des sous-algèbres abéliennes formées d'éléments semi-simples et maximales pour ces propriétés. Elles me sont pas conjuguées sous l'action de H. Un élément diagonalisable avec valeurs propres distinctes (dans $\mathfrak{h}$ ou H) est dit régulier et on note $\mathfrak{h}_{reg}$ l'ensemble des éléments réguliers de $\mathfrak{h}$.

Soit $T = \left\{ y(\theta) = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} ; \theta \in \mathbb{R} \right\}$ et $A = \left\{ a(t) = \begin{pmatrix} \varepsilon e^t & 0 \\ 0 & \varepsilon e^{-t} \end{pmatrix} ; t \in \mathbb{R}\ et\ \varepsilon = \pm 1 \right\}$.

On a alors $\mathfrak{h}_{reg} = Ad(H)\mathfrak{a}_{reg}\ \cup Ad(H)\mathfrak{t}_{reg}$ et $H_{reg} = \cup_{h \in H}(hA_{reg}h^{-1} \cup hT_{reg}h^{-1})$.

On va utiliser l'application exponentielle exp pour lier l'analyse harmonique sur H à celle de $\mathfrak{h}$. D'autre part, on cherche à ramener la preuve de la formule d'inversion (*) à la formule d'inversion classique sur $\mathfrak{a}$ et $\mathfrak{t}$.

Pour cela, on introduit la mesure de Liouville sur les orbites de H dans $\mathfrak{h}_{reg}$. Soit X un élément régulier de $\mathfrak{h}$. Il est conjugué par H soit à un élément de $\mathfrak{a}$ soit à un élément $\mathfrak{t}$. On peut donc supposer $X \in \mathfrak{b}$ avec $\mathfrak{b} = \mathfrak{a}$ ou $\mathfrak{t}$. L'espace tangent à l'orbite $H.X$ est isomorphe à $\mathfrak{h}/\mathfrak{b} = [\mathfrak{h},\ X]$. On définit alors la forme $\sigma_{H.X}$ sur $\mathfrak{h}/\mathfrak{b}$ par $\sigma_{H.X}([Y,\ X],\ [Z,\ X]) = [X, [Y, Z]]$. C'est une 2-forme alternée non dégénérée fermée sur $\mathfrak{h}/\mathfrak{b}$. Elle définit donc une mesure $\beta_{H.X} = \frac{\sigma_{H.X}}{2\pi}$ sur $H.X$ appellée mesure de Liouville. Ici, on a :

$$H.X(t) = \left\{ \begin{pmatrix} x_1 & x_2 + x_3 \\ x_2 - x_3 & -x_1 \end{pmatrix}; -x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = -t^2 \right\} \text{ et } \beta_{H.X(t)} = \frac{dx_2 dx_3}{|x_1|}$$

$$H.Y(\theta) = \left\{ \begin{pmatrix} x_1 & x_2 + x_3 \\ x_2 - x_3 & -x_1 \end{pmatrix}; -x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = \theta^2 \right\} \text{ et } \beta_{H.Y(\theta)} = \frac{dx_1 dx_2}{|x_3|}.$$

Pour $f \in \mathcal{D}(\mathfrak{h})$ (c'est-à-dire de classe C^∞ à support compact), on définit l'intégrale orbitale de f par $\mathcal{M}\left(\{\right)(\mathcal{X}) = \in \pi\beta_{\mathcal{H}\cdot\mathcal{X}}$. Cette fonction vérifie les propriétés suivantes :

(I 1) elle est H-invariante et de classe C^∞ sur $\mathfrak{h}_{reg}$,

(I 2) sa restriction à $\mathfrak{b}_{reg}$ pour $\mathfrak{b} = \mathfrak{t}$ ou $\mathfrak{a}$ est nulle en dehors d'un compact,

(I 3) sa restriction à $\mathfrak{a}_{reg}$ se prolonge de façon C^∞ à $\mathfrak{a}$,

(I 4) pour tout $n \in \mathbb{N}$, on a $\lim\limits_{\theta \to 0^+} (\frac{id}{d\theta})^n (\mathcal{M}(f))(Y(\theta)) + \lim\limits_{\theta \to 0^-} (\frac{id}{d\theta})^n (\mathcal{M}(f))(\mathrm{Y}(\theta)) = \lim\limits_{t \to 0} (\frac{d}{dt})^n (\mathcal{M}(f))(X(t))$ (relation de sauts).

(I 5) $\lim\limits_{\theta \to 0} \frac{d}{d\theta} (sign(\theta)\mathcal{M}(f))(\mathrm{Y}(\theta)) = -2f(0)$ (formule limite d'Harish-Chandra)

Soit $I(\mathfrak{h})$ l'ensemble des fonctions vérifiant les propriétés (I 1) $-(14)$.

Théorème 3.1 (B1) *L'application $\mathcal{M}$ est surjective de $D(\mathfrak{h})$ dans $I(\mathfrak{h})$ et sa transposée est une bijection entre le dual $I(\mathfrak{h})$ ' de $I(\mathfrak{h})$ et l' espace des distributions H-invariantes sur $\mathfrak{h}$.*

Théorème 3.2 (H-C1) *La mesure de Liouville est tempérée (c'est-à-dire qu'il exíste $r > 0$ tel que $\int_{H.X} (1 + ||\xi||^2)^{-r} d\beta_{H.X}(\xi) < \infty$.)*

En particulier on peut définir sa transformée de Fourier $\hat{\beta}_{H.X}$.

L'algèbre $S(\mathfrak{h})^H$ des polynômes H-invariants sur $\mathfrak{h}^*$ s'identifie à l'algèbre des opérateurs différentiels H-invariants à coefficients constants par l'application $X \to \partial(X)$ défini par $\partial(X)\varphi(Y) = \frac{d}{dt}(\varphi(X + tY))_{t=0}$.

On a alors $\partial(p)\hat{\beta}_{H.X} = p(iX)\hat{\beta}_{H.X}$.

Théorème 3.3 (H-C2) *La distribution $\hat{\beta}_{H.X}$ est une fonction localement intégrable et analytique sur $\mathfrak{h}_{reg}$.*

Les résultats d'Harish-Chandra et une formule dûe à Rossmann permettent de calculer les transformées de Fourier d'orbites. Ici un simple calcul permet d'obtenir :

$$\hat{\beta}_{H.Y(\lambda)}(\mathrm{Y}(\theta)) = \frac{e^{-i\lambda\theta}}{2i\theta} sign(\lambda) \quad \hat{\beta}_{H.Y(\lambda)}(X(t)) = \frac{e^{-|t\lambda 1}}{|2i|} sign(\lambda)$$

et

$$\hat{\beta}_{H.X\langle s)}(\mathrm{Y}(\theta)) = 0 \quad \hat{\beta}_{H.X(s)}(X(t)) = \frac{e^{ist} + e^{-ist}}{|2t|}$$

Maintenant, pour f une fonction localement intégrable sur $\mathfrak{h}$, la décomposition $\mathfrak{h}_{reg} =$

$Ad(H)\mathfrak{a}_{\mathrm{reg}} \cup Ad(H)\mathfrak{t}_{\mathrm{reg}}$ permet d'écrire (formule d'intégration de Weyl) :

$$\int_{\mathfrak{h}} f(X)dX = \int_{\mathbb{R}} |2\theta|\mathcal{M}(f)(Y(\theta))d\theta + \frac{1}{2}\int_{\mathbb{R}} |2t|\mathcal{M}(f)(X(t))dt$$

On obtient alors

$$\mathcal{M}(f)(X) = 2\pi\beta_{H.X}(f) = 2\pi\hat{\beta}_{H\cdot X}(\hat{\hat{f}})$$

$$= \int_{\mathbb{R}} |2\theta|\hat{\beta}_{H\cdot X}(Y(\theta))\hat{\beta}_{H.Y(\theta)}(f)d\theta + \frac{1}{2}\int_{\mathbb{R}} |2t|\hat{\beta}_{H.X}(X(t))\hat{\beta}_{H.X(t)}(f)dt$$

C'est la formule d'inversion des intégrales orbitales sur $\mathfrak{h}$.

Le but est ensuite d'utiliser l'application exponentielle pour "remonter " les objets $\hat{\beta}_{H.X}(f)$ et $|2t|\hat{\beta}_{H.X}(X(t))$ au niveau du groupe. Soit $j(X)$ le jacobien de l'application exponentielle en X. On a : $j(X(t))^{1/2} = \dfrac{sinht}{f}$ et $j(\mathrm{Y}(\theta))^{1/2} = \dfrac{sin\theta}{\theta}$. On pose :

$$\Theta_n(\varepsilon \exp X) = \varepsilon^{1+n}\hat{\beta}_{H.Y(n)}(X)j(X)^{1/2}$$

$$\Theta_s^+(\varepsilon \exp X) = \hat{\beta}_{H\cdot X(s)}(X)j(X)^{1/2} \quad \Theta_s^-(\varepsilon \exp X) = \varepsilon\hat{\beta}_{H\cdot X(s)}(X)j(X)^{1/2}$$

Théorème 3.4 *Les fonctions Θ_n et $\Theta_s^\pm$ sont des fonctions localement intégrables et elles définissent des distributions H-invariantes et solution propres de* $\mathrm{D}(H)$.

On pose $\Theta_0^\pm = \lim\limits_{n\to O^\pm} \Theta_n$ (hmite dams l'espace des distributions).

On définit 1'intégrale orbitale de $f \in D(H)$ sur H_{reg} par

$\mathcal{M}_H(f)(\varepsilon \exp X) = j(X)^{1/2}\mathcal{M}(f \circ \exp)(X)$. Elle vérifie des propriétés analogues sur H à $I1 - I5$.

Maintenant, on introduit les fonctions suivantes (fonctions orbitales) : pour $X \in \mathfrak{b}_{reg}$ avec $\mathfrak{b} = a$ ou $\mathfrak{t}$, on pose, pour $n \in \mathbb{N}^*$

$$F_n(\varepsilon \exp X) = \varepsilon\hat{\beta}_{H\cdot X}\Big(Y(n)|2n| \quad F_0^\pm = \lim_{n\to 0^\pm} F_n$$

et pour $s \in \mathbb{R}$ et $\varepsilon = \pm 1$, on pose $F_{\varepsilon,s}(\varepsilon \exp X)) = \sum_{Y\in\mathfrak{b};\exp Y=1} \hat{\beta}_{H\cdot Y}(X(s))|2s|$ et $F_{\pm,s} = -(F_{1,s} \pm F_{-1,s})$.

Théorème 3.5 (B2) (*i*) *Les fonctions $F_{n_J}F_0^\pm$ et $F\pm$ verifient sur H les proprietés* (*Il*), (*I3*), (*I4*) *et* (*I5*) *traduites sur le groupe H* (*mais pas* (*I2*) *qui correspond à la condition sur le support*). *Etles sont propres sous t^3action de* $\mathrm{D}(H)$

(*ii*) *Pour $f \in D(H)$, on a*

$$\mathcal{M}_H(f)(x) = \sum_{n\in Z;n\neq 0} F_n(x)\Theta_n(f) - i\left(\Theta_O^+(f) - \Theta_O^-(f)\right) + \frac{1}{2}\int_{s>0}\left(F_{+,s}(x)\Theta_s^+(f) + F_{-,s}(x)\Theta_s^-(f)\right)ds$$

Corollaire 3.1 *Pour $\varphi \in D(H)$, on a*

$$2\pi\varphi(e) =$$

$$\sum_{n\in Z;n\neq 0}|n|\Theta_n(\varphi)+\frac{1}{2}\int_{s>0}s\tanh\left(\frac{\pi s}{2}\right)\Theta_s^+(\varphi)ds+\frac{1}{2}\int_{s>0}s\coth\left(\frac{\pi s}{2}\right)\Theta_s^-(\varphi)ds$$

Remarque : Les distributions Θ_n et $\Theta_s^{\pm}$ s'interprète en terme de représentations de H de la manière suivante :

Soit $\mathcal{H}$ un espace de Hilbert et soit π un morphisme de groupe de H dans le groupe des opérateurs unitaires de $\mathcal{H}$ tel que les applications $(h,\ v)\to\pi(h)v$ soient continues. Un tel morphisme est appelé representation unitaire de H dans $\mathcal{H}$. Lorsque $\mathcal{H}$ n'admet pas de sous-espaces propres fermés stables sous l'action de H, on dit que π est irréductible. On définit alors la trace de π de la manière suivante. Si $(e_i)_{i\in I}$ est une base hilbertienne de H et $\varphi\in D(H)$, on pose $Tr(\pi(\varphi))=\sum_{i\in I}<\pi(\varphi)e_i,e_i>$. C'est une distribution sur H qui est H-invariante et solution propre de D(H) .

Les distributions Θ_n et $\Theta_s^{\pm}$ sont les caractères de certaines représentations unitaires et irréductibles de H.

Références

[B1] A. Bouaziz, Intégrales orbitales sur les algèbres de Lie réductives, *Inv. Math.* **115** (1994), 163-207.

[B2] A. Bouaziz, Formule d'inversion des intégrales orbitales sur les groupes de Lie réductifs *J. Funct. Anal.* **134** (19954), 100-1827..

[D] P. Delorme, Inversion des intégrales orbitales sur certains espaces symétriques réductifs, Séminaire Bourbaki, 1995-96, num. 810,

[D-V] M. Duflo et M. Vergne, La formule de Plancherel des groupes de Lie semi-simples réels, *Adv. Studies in Pure Mathematics* **14** (1988), 289-336.

[HC1] Harish-Chandra, Fourier transforms on semisimple Lie algebras I-II, *Amer. J. Math.* **79** (1957), 193-257, 653-686.

[HC2] Harish-Chandra, Invariant eigendistributions on semisimple Lie algebras, *Inst. Hautes Etudes Publ. Math.* 27 (1965), 5-54.

[HC3] Harish-Chandra, Plancherel formula for the 2×2 real unimodular group, *Proc. Nat. Acad. Sci.* **38** (1952), 337-341.

[Ha1] P. Harinck, Base de la série la plus continue de fonctions généralisées sphériques sur $G_{\mathbb{C}}/G_{\mathbb{R}}$, *Journal of Funct. Anal.* 153 (1998), p1-51,

[Ha2] P. Harinck, Fonctions orbitales sur $G_{\mathbb{C}}/G_{\mathbb{R}}$. Formule d'inversion des intégrales orbitales et formule de Plancherel, *Journal of Funct. Anal.* **153** (1998), p52-107.

[R] W. Rossmann, Kirillov's character formula for reductive Lie groups, *Invent. Math.* **48** (1978), 207-220.

FORMES QUADRATIQUES ET INVARIANTS DE CORPS

ANNE QUÉGUINER-MATHIEU

1. Introduction

L'objectif de cel exposé est de présenter un certain nombre d'invariants que l'on peut associer à un corps, et qui sont définis à l'aide des formes quadratiques. Il s'agit, en particulier, du niveau, du nombre de Pythagore, ainsi que du u-invariant, La valeur de ces invariants dépend du comportement sur ce corps des formes quadratiques en géneral, ou de certaines formes quadratiques particulières.
Les résultats mentionnés ici sont présentés de manière détaillée dans le livre de Pfister [P], à l'exception de quelques progrès récents, notamment dus à Hoffinann [H1] et Izhboldin [I]. Pour plus de détails, le lecteur pourra également consulter l'article de Hoffmann [H2]

2. Formes quadratiques

Commençons par quelques rappels concernant les formes quadratiques. Pour plus de details, le lecteur pourra consulter les livres de Lam [L] et Scharlau [S].
Soient K un corps de caractéristique différente de 2, et V un espace vectoriel de dimension finie sur K.
Définition 2.1. Une forme quadratique sur V est une application

$$q: \ V \ \to K$$

vérifiant $q(\alpha.v) = \alpha^2 q(v)$ pour tous $\alpha \in K$ et $v \in V$, et telle que l'application $b_q : V \times V \to K, (x,\ y) \mapsto \frac{1}{2}(q(x+y) - q(x) - q(y))$ est bilinéaire.
Proposition 2.2. *L'espace vectoriel* V *admet une base* $(e_1,\ \ldots,\ e_n)$ *qui est orthogonale pour* q_J *c'est-à-dire telle que* $b_q(e_i,\ e_j) = 0$ *si* $i \neq j$.
On a alors $q(x_1e_1 + \cdots + x_ne_n) = a_1x_1^2 + \cdots + a_nx_n^2$, où $a_i = q(e_i)$ pour tout i. Autrement dit, $(V,\ q)$ est isomorphe à la forme diagonale notée

Date : November 16, 2000.

$< a_1, \ldots, a_n >$définie par

$$< a_1, \ldots, a_n >: \begin{array}{ccc} K^n & \to & K \\ (x_1, \ldots, x_n) & \mapsto & a_1x_1^2 + \cdots + a_nx_n^2 \end{array}$$

2.1. Classification des formes quadratiques. Sur certains corps, on peut classer les formes quadratiques, à isomorphisme près, à l'aide d'invariants. Rappelons, à titre d'exemple, les faits suivants :

Deux formes quadratiques sur un corps algébriquement clos sont isomorphes si et seulement si elles ont la même dimension.
Le théorème de Sylvester nous dit que deux formes quadratiques réelles sont isomorphes si et seulement si elles ont la même dimension et la même signature, la signature étant la différence entre le nombre de coefficients positifs et le nombre de coefficients négatifs dans une diagonalisation quelconque de cette forme.
De même, on sait que les formes quadratiques sont classifiées par leur dimension et leur discriminant sur un corps fini, et par leur dimension, leur discriminant et leur invariant de Hasse sur un corps p-adique. A l'aide de théorèmes de type local/global, ceci permet de classifier les formes sur $\mathbb{Q}$ ou sur un corps de nombres.

2.2. **Isotropie.** Comme les résultats précédents le soulignent, le comportement des formes quadratiques dépend du corps sur lequel on se place. Regardons en particulier ce qui se passe du point de vue de l'isotropie.
Soit $q : V \to K$ une forme quadratique.
Définition 2.3. Soit $a \in K$. On dit que q représente a s'il existe un vecteur non nul $v \in V$ tel que $q(v) = a$.
Par exemple, la forme quadratique $< a_1, \ldots, a_n >$ représente a_i pour tout i.
Définition 2.4. La forme quadratique q est dite isotrope si elle représente 0, et anisotrope sinon.
En particulier, sur un corps algébriquement clos, toute forme de dimension supérieure ou égale à 2 est isotrope. Sur $\mathbb{R}$, en revanche, la forme $< 1, 1, \ldots, 1 >$ est anisotrope, quelle que soit sa dimension. Enfin, on peut montrer que sur $\mathbb{Q}_p$, toute forme de dimension supérieure ou égale à 5 est isotrope.

3. Niveau d'un corps

Entrons maintenant dans le vif du sujet. Il ne s'agit plus d'étudier les formes quadratiques sur un corps donné, mais de définir des invariants de ce corps, liés à leur comportement. En particulier, les questions d'isotropie vont jouer un rôle important.

Définition 3.1. Le niveau d'un corps K est le plus petit entier s tel que -1 s'écrit comme une somme de s carrés, ou $+\infty$ si un tel entier n'existe pas.

Exemple 3.2. Le corps $\mathbb{C}$ est de niveau 1, tandis que $\mathbb{R}$ est de niveau $+\infty$.

Le corps K peut être muni d'un ordre si et seulement si il est de niveau $+\infty$ (Artin-Schreier). On dit alors que K est formellement réel.

Le niveau du corps fini $\mathbb{F}_p$ est 1 si $p \equiv 1 \mod 4$ et 2 si $p \equiv 3 \mod 4$.

Le niveau d'un corps de nombre est 1, 2, 4 ou $+\infty$.

Si t est une indéterminée, les corps K et $K(t)$ ont le même niveau.

Remarque 3.3. Soit s le plus petit entier, s'il existe, tel que la forme

$$(s+1) \ < \ 1 \ >=< 1, \ldots, 1 >$$

soit isotrope. Il existe $x_0, \ldots, x_s$ tels que $x_0^2 + \cdots + x_s^2 = 0$. Comme s est minimal, $x_0 \neq 0$. On a alors $-1 = (x_1/x_0)^2 + \cdots + (x_s/x_0)^2$.

Réciproquement, si -1 s'écrit comme une somme de s carrés, alors la forme $(s+1) \ < \ 1 \ >$ est isotrope.

Ainsi, le niveau du corps K est aussi le plus petit entier s tel que la forme $(s+1) \ < \ 1 \ >$ soit isotrope.

Dans les années 30, Van der Waerden formule la question naturelle suivante : quelles sont les valeurs possibles pour le niveau d'un corps ?

En 1934, Kneser prouve que le niveau d'un corps est toujours 1, 2, 4, 8, un multiple de 16 ou $+\infty$. En 1965, Pfister donne une réponse complète à cette question :

Théorème 3.4. (*PfisterJ*

(i) Le niveau d'un corps est soit $+\infty_f$ *soit une puissance de* 2.

(ii) Le corps $\mathbb{R}(t_1, \ \ldots, \ t_{2^k})(\sqrt{-(t_1^2 + \cdots + t_{2^k}^2)})$ *est de niveau* 2^k, *pour tout entier non nul* k.

Preuve de (i).

La démonstration de ce résultat utilise les propriétés remarquables de formes quadratiques particulières, maintenant connues sous le nom de formes de Pfister.

Definition 3.5. Soient $a_1 \ , \ldots, \ a_n \in K$. La forme quadratique

$$<< a_1, \ldots, a_n >>=< 1, a_1 > \otimes \cdots \otimes < 1, a_n >$$

est appelée une n-forme de Pfister. Elle est de dimension 2^n.

Ces formes sont multiplicatives, au sens suivant :
Proposition 3.6. *Si une forme de Pfister représente les deux éléments a et $b \in K$, alors elle représente également leur produit ab.*
Réciproquement, on peut montrer qu'une forme non isotrope ayant cette propriété est une forme de Pfister.
Comme la forme $2^n < 1 >=< 1, 1 > \otimes \cdots \otimes < 1, 1 >$ est une forme de Pfister, cette propriété de multiplicativité permet de montrer qu'un produit de deux sommes de 2^n carrés s'ecrit encore comme une somme de 2^n carrés, résultat qui n'était auparavant connu que pour $n = 2$, 3 (formules d'Euler et de Cayley).
Revenons à la preuve du théorème précedent. Soit K un corps non formellement réel, et notons s son niveau. Il existe $e_1, \ldots, e_s \in K^\star$ tels que $-1 = e_1^2 + \cdots + e_s^2$, i.e. $1 + e_1^2 + \cdots + e_s^2 = 0$. Considérons l'entier m tel que $2^m \leq s < 2^{m+1}$, et posons $a = 1 + e_1^2 + \cdots + e_{2^m-1}^2$, et $b = e_{2^m}^2 + \cdots + e_s^2$. Comme la forme $2^m < 1 >$ est multiplicative et représente a et b, elle représente aussi $ab = -a^2$. Ainsi, il existe $x_1, \ldots, x_{2^m}$ tel que $-a^2 = x_1^2 + \cdots + x_{2^m}^2$, ce qui prouve que le niveau de K est inférieur ou égal à 2^m. Vue la définition de m, on en déduit que K est exactement de niveau 2^m.
La seconde partie du résultat se démontre en utilisant un théorème de représentation du à Cassels et Pister.

On sait donc maintenant quelles sont les valeurs possibles pour le niveau d'un corps. Mais ceci ne répond pas pour autant à la question de la détermination du niveau d'un corps donné. Pfister a montré que si M est une extension algébrique non formellement réelle de $\mathbb{R}(t_1, \ldots, t_n)$, son niveau est inférieur ou égal à 2^n. Mais c'est l'un des seuls résultats généraux dont on dispose. Si M est une extension algébrique non formellement réelle de $k(t_1, \ldots, t_n)$, pour un corps k quelconque, son niveau semble dépendre très fortement du choix du corps particulier M.

4. Nombre de Pythagore

Soit M une extension algébrique non formellement réelle du corps $\mathbb{R}(t_1, \ldots, t_n)$. Pour montrer que ce corps M est de niveau au plus 2^n, on montre en fait, à l'aide des formes de Pfister, que toute somme de carres' dans M peut s'écrire comme une somme d'au plus 2^n carrés. Ceci nous amène à la notion de nombre de Pythagore.
Notons $S_n(K)$ l'ensemble des eléments $x \in K$ qui peuvent d'écn·re comme une somme de n carrés, $x = x_1^2 + \cdots + x_n^2, x_i \in K^\star$, et $S(K) = \bigcup_{n>0} S_n(K)$.

Définition 4.1. Pour tout $a \in S(K)$, on appelle longueur de a, et on note $l(a)$ le plus petit entier t tel que $a \in S_l(K)$. Le nombre de Pythagore de K est

$$p(K) = \mathrm{S}up\{l(a),\ a \in S(K)\} \in \mathrm{PW} \cup \{+\infty\}.$$

Cet invariant n'est donc pas de même nature que le niveau, puisqu'il ne s'agit pas ici de savoir si certains nombres sont ou non des sommes de carrés. Ce qu'il nous dit, en revanche, c'est que toute somme de carrés dans K s'écrit comme une somme d'au plus $p(K)$ carrés.
Remarque 4.2. Si K est de nombre de Pythagore 1, alors pour tous a et $b \in K$, il existe $c \in K$ tel que $a^2 + b^2 = c^2$.
Exemple 4.3. Les corps $\mathbb{R}$ et $\mathbb{C}$ sont de nombre de Pythagore 1, ainsi que tout corps réel clos ou quadratiquement clos.
Un corps fini est de nombre de Pythagore 2.
Le problème du calcul du nombre de Pythagore d'un corps semble être au moins aussi difficile que le problème analogue pour le niveau. Citons un exemple.
Comme on l'a mentionné au début de cette partie, si M est une extension algébrique de $\mathbb{R}(t_1,\ \dots,\ t_n)$, alors $p(M) \leq 2^n$. Mais on me sait pas si cette borne est la meilleure possible. On ne connait même pas le nombre de Pythagore de $\mathbb{R}(t_1,\ \dots,\ i_n)$, pour n quelconque. On sait simplement que $p(\mathbb{R}) = 1, p(\mathbb{R}(t)) = 2$ et $p(\mathbb{R}(t_1,\ t_2)) = 4$. Si les deux premiers résultats sont triviaux, ce n'est pas le cas du troisième. La démonstration qui en a été donnée en 1971 par C˙assels, Ellison et Pfister utilise la théorie des courbes elliptiques sur les corps de fonctions, tandis que celle, plus récente, de Colliot-Thélène, utilise des résultats non triviaux de géométrie algébrique.
Intéressons-nous maintenant à la question de savoir quelles sont les valeurs possibles pour cet invariant.
4.1. Cas des corps non formellement réels. Dans toute cette partie, K désigne un corps non formellement réel, et on note s son niveau. On a alors
Proposition 4.4. *Si K est non formellement réelf ators $S(K) = K$ et $s(K) \leq p(K) \leq s(K) + 1$.*
En effet, pour tout $x \in K$, on a $x = (\dfrac{x+1}{2})^2 + (-1)(\dfrac{x-1}{2})^2$ Ainsi, x appartient à $S(K)$, et est de longueur au plus $t(-1) + 1 = s(K) + 1$.
Corollaire 4.5. *Le nombre de Pythagore d'un corps non formellement réel est de la forme 2^k ou $2^k + 1$.*
Enfin, on peut montrer le résultat suivant :

Proposition 4.6. [P] *Soit $m \in W$, et soit K un corps de niveau 2^m. On a :*
(i) $p(K(t)) = 2^m + 1$;
(ii) It existe une extension algébrique L de K dont le nombre de Pythagore est 2^m.
Preuve de (i)
Les corps $K(t)$ et K ont le même niveau, que l'on note s. Comme on l'a vu précédemment, ceci signifie que la forme $(s+1) < 1 >$ est isotrope, tandis que $s < 1 >$ est anisotrope.
Le nombre de Pythagore de $K(t)$ est donc soit s soit $s+1$. Pour montrer que c'est $s+1$, il suffit de trouver un élément de $S(K(t)) = K(t)$ qui ne s'écrit pas comme somme de s carrés. Supposons que t s'écrive comme une somme de s carrés dans $K(t)$. Il existe alors des polynômes y et p_1, $\ldots$, p_s tels que $y(t)^2 t = p_1(t)^2 + \cdots + p_s(t)^2$. Comme $y(t)^2 t$ est de degré impair, les termes de degré maximum de $p_1(t)^2 + \cdots + p_s(t)^2$ s'annulent. Plus précisément, si on note m le maximum des degrés des p_i, et a_i le coefficient de t^m dans p_i, on a $(a_1^2 + \cdots + a_s^2)t^{2m} = 0$. Ceci contredit le fait que la forme $s < 1 >$ est anisotrope. Ainsi, t est de longueur au moins $s+1$, ce qui prouve (i).
La preuve de (ii) donnée par Pfister dans [P] est également élémentaire ; elle repose sur la multiplicativité de la forme quadratique $s < 1 >$.
Ainsi, on constate que le nombre de Pythagore n'est pas un invariant très intéressant pour les corps non formellement réels. Il ne differe que très peu de leur niveau. Dans le cas des corps formellement réels, en revanche, le nombre de Pythagore, contrairement au niveau, n'est pas toujours infini.

5. Cas des corps formellement réels

En 1978, Prestel construit des corps formellement réels K_m et L_m pour tout entier $m > 0$ et L_∞ dont les nombres de Pythagore sont respectivement $2^m + 1, 2^m$ et $+\infty$. Chacun de ces corps est muni d'un unique ordre ; de plus K_m et L_m sont de degré de transcendance finis sur $\mathbb{Q}$. La question de savoir si d'autres valeurs que celles-ci peuvent être atteintes pour des corps formellement réels est restée ouverte jusqu'en mars 98, date à laquelle Hoffmann prouve le résultat suivant :
Théorème 5.1. (*Hoffmann* [H1]) *Pour tout entier $m \geq 1$, il existe un corps formellement réel dont le nombre de Pythagore est m.*
En général, ce corps n'est pas un sous-corps de $\mathbb{R}$, mais on peut le choisir muni d'un unique ordre.
Idée de la preuve.

Soit K un corps formellement réel. L'entier $m \geq 1$ est le nombre de Pythagore de K si et seulement si les deux conditions suivantes sont satisfaites :
(i) pour tout $a \in S(K)$, la forme $m < 1 > \perp < -a >$ est isotrope ;
(ii) il existe $b \in S(K)$ tel que la forme $(m-1) < 1 > \perp < -b >$ est anisotrope.
Soit F_0 un corps formellement réel fixé, et considérons

$$F_1 = F_0(X_1, \ldots, X_{m-1}).$$

L'élément $b = 1 + X_1^2 + \cdots + X_{m-1}^2 \in S(F_1)$ ne peut pas s'écrire comme somme de $m-1$ carrés, ce qui assure la condition (ii).
S'il existe des éléments $a \in S(F)$ pour lesquels la forme

$$m < 1 > \perp < -a >$$

n'est pas isotrope, on peut la rendre isotrope en étendant les scalaires à son corps de fonctions. Le lemme central de cette démonstration, relativement technique, et basé sur la notion de forme quadratique excellente, consiste à vérifier que l'on peut faire cette opération sans que la forme $(m-1) < 1 > \perp < -b >$ ne devienne isotrope.

6. u-invariant

La première definition du u-invariant a été proposée par Kaplanski en 1953.

Définition 6.1. Soit K un corps non formellement réel. On appelle u-invariant de K la dimension maximale d'une forme quadratique anisotrope sur K.

Remarque 6.2. (i) La terminologie choisie pour cet invariant vient du fait que toute forme quadratique sur K de dimension au moins u est“universelle”, c'est-à-dire représente tout élément de $K^\star$ En effet, on sait que toute forme isotrope est universelle. Soit maintenant q une forme quadratique anisotrope de dimension u sur K, et $a \in K^\star$. La forme $q \perp < -a >$ étant de dimension $u+1$, elle est isotrope. Ceci prouve que q représente a.
(ii) La définition précedente n'est pas très intéressante pour les corps formellement réels, puisque dans ce cas la forme $n < 1 >$ est anisotrope quel que soit l'entier $n \geq 1$. On peut alors définir le u-invariant comme étant la dimension maximale des formes quadratiques anisotropes dont la classe dans le groupe de Witt est de torsion. Nous renvoyons le lecteur qui souhaiterait plus de détails sur cette question au livre de Pfister [P], et ne considérons dans ce qui suit que le cas des corps non formellement

réels.
Exemple 6.3. Le u-invariant d'un corps quadratiquement clos est 1. Le u-invariant d'un corps fini de caractéristique différente de 2 est 2 ; celui d'un corps local est 4.
Le u-invariant de $\mathbb{C}(x_1, \dots , x_n\}$ est 2^n.
En 1953, Kaplansky conjecture que le u-invariant d'un corps est toujours une puissance de 2. Pfister démontre de façon élémentaire que les valeurs 3, 5 et 7 ne peuvent être atteintes.
Mais en 1988, Merkurjev montre le résultat suivant :
Théorème 6.4. (*Merkurjev*) *Pour tout entier* $m \geq 1$, *il existe un corps de u-invariant* $2m$.

Idée de la preuve.
Etant donnée une forme quadratique q sur un corps K, on définit son corps des fonctions comme étant le corps des fonctions de la quadrique projective définie par l'équation $q = 0$ si q est de dimension au moins 3, et l'extension quadratique $K(\sqrt{-ab})$ si $q =< a, b >$ est de dimension 2. Partant d'un corps K_0 fixé, on construit alors une suite de corps

$$K_0 \subset K_1 \subset \cdots \subset K_n \subset \dots$$

de la manière suivante : le corps K_{i+1} est obtenu à partir de K_i en étendant les scalaires au composé des corps de fonctions de toutes les formes quadratiques sur K_i de dimension $2m + 1$, de sorte que ces formes deviennent isotropes sur K_{i+1}. Par construction, toutes les formes de dimension strictement plus grande que $2m$ sont isotropes sur le corps obtenu à la limite. Pour construire ainsi un corps de u-invariant $2m$, il reste à montrer qu'on peut, au cours de la construction décrite ci-dessus, s'assurer qu'une certaine forme de dimension $2m$ définie sur le corps de base K_0 reste anisotrope. Ceci se démontre en prouvant, grâce à des formules de réduction d'indice, que la forme en question a une algèbre de Clifford dont l'indice reste maximal.
Pour terminer, citons le résultat annoncé par Izhboldin en juillet 99 :
Théorème 6.5. *(Izhboldin* [I] *) Il existe un corps de u-invariant* 9.
La démonstration de ce théorème utilise des outils non élémentaires, notamment des calculs de groupes de Chow de certaines quadriques ainsi que certains groupes de cohomologie non-ramifiée.

Références

[H1] D.W. Hoffmann, *On the Pythagoras number of formally real fields*, J. Amer. Math. Soc. **12** (1999), no. 3, 839-848.

[H2] D.W. Hoffmann, *Isotropy of quadratic fonns and field invariants*, Prépublication n^o 2000/03 de l'université de Franche-Comté (2000).

[I] O.T. Izhboldin, *Field with u-invariant 9* (very preliminary version of July 1999).

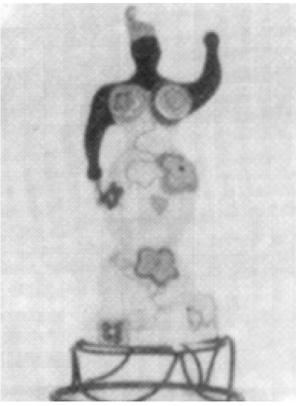
[L] T.Y. Lam, The algebraic Theory of Quadratic Forms, Benjamin/Commings Publishing Co., Reading, Mass. (1980).

[P] A. Pfister, Quadratic Forms with Applications to Algebraic Geometry and Topology, London Math. Soc. Lect. Notes **217**, Cambridge University Press (1995).

[S] W. Scharlau, Quadratic and Hermitian Forms, Grundlehren **270** Springer-Verlag, Berlin-New York (1985).

LAGA, UMR 7539
Institut Galilée
Université Paris 13
93430 Villetaneuse
France
e-mail : queguin@math.univ-paris13.fr

à propos de femmes



Niki de St Phalle
Nana with Golden turt
1986

Women’s art magazine
Sept/oct 1993

Eileen Cooper
Woman with birds
1989

Women’s art magazine
jan/feb 1992

Claude Cahun
Autoportrait
1929

Women’s art magazine
sept/oct 1995

LE FAUX PROBLÈME DU PROF AIMABLE

par

Michèle Audin

> Lu récemment : « La discussion sur la féminisation des noms de métiers et de fonctions est une perte de temps. Concentrons-nous sur les vrais problèmes ».

Ma fille Juliette, qui a dix ans, a fait mercredi 8 mars (!) un exercice de son livre de grammaire dans lequel il fallait mettre des phrases ou membres de phrases au féminin. « Le cerf prudent » ne lui a pas posé de vrai problème. « Un professeur aimable » a amené ce qui suit :

1. Elle cherche le féminin de « professeur » dans le dictionnaire et constate
   (a) « professeur » est un nom masculin (pas neutre) : il y a écrit *nm* dans le dictionnaire.
   (b) il n'y a pas de féminin.

   Elle demande à sa mère (professeur, justement!). Je lui dis que certains ajoutent un e mais qu'elle peut laisser le mot tel quel et le considérer comme un féminin.
2. Elle transforme donc « un professeur aimable » en « une professeur aimable ». Je devine ce qui va se passer en classe mais je ne dis rien.

Le jeudi 9 mars, l'exercice est corrigé en classe. Évidemment c'était faux. L'institutrice, qui est d'ailleurs une prof d'école (comme diraient les élèves s'ils ne l'appelaient pas une maîtresse), n'accepte que « un professeur aimable ». Je demande à Juliette si elle lui a dit que sa mère mettait même parfois un e à professeur, et elle me répond (féministe jeune mais déjà blasée) : « avec la maîtresse, c'est pas la peine de discuter ». J'ai rencontré des profs que ça rend moins aimables.

Dans le même livre *(La Balle aux mots, classe de CM2, éditions Nathan)*, la règle sur l'accord du participe passé employé avec être est illustrée (dans le résumé encadré que la « prof » fait recopier) par l'exemple brillant « Je suis allé ». Tiraillée entre l'orthographe correcte et le fait que c'est un exercice de copie, Juliette a tranché par un e entre parenthèses. Ne lui dîtes pas que c'est lourd et que ce n'est pas un vrai problème, s'il vous plaît, mesdames.

J'avoue que tout ça m'agace autant que quand j'avais dix ans. Je me console en voyant ma fille réagir : je crois encore qu'on peut changer le monde, sans langue de bois.

Michèle Audin

BIBLIOGRAPHIE.

Sur le site de l'association femmes et mathématiques, une bibliographie plus complète est consultable à l'adresse :
http ://www.desargues.univ-lyon1.fr/home/fem/biblio/biblio.html
Vous connaissez d'autres références qui n'y figurent pas encore ? toutes vos informations seront les bienvenues... *supper@math.u-strasbg.fr*

1. Biographies de mathématiciennes

Émilie du CHÂTELET.

Gérard EMCH et Antoinette EMCH-DERIAZ : *Is Madame du Châtelet's a fair presentation of Newton's Principia ?* conférence faite au Dixième Congrès international des Lumières, Dublin, 25-31 Juillet 1999.

Bertram Eugene SCHWARZBACH : *Une légende en quête d'un manuscrit : Le Commentaire sur la Bible de Madame du Châtelet*, dans François MOUREAU éd., La communication manuscrite au XVIIIè siècle, (Oxford, Paris 1993), p. 97-116.

Bertram Eugene SCHWARZBACH : *Profil littéraire de l'auteur des Examens de la Bible*, dans Antony McKENNA éd. : *La philosophie clandestine à l'âge classique. Actes du Colloque de l'Université Jean Moulin, Saint-Etienne, du 29 septembre au 2 octobre 1993* (Oxford, 1998), p. 223-232.

Bertram Eugene SCHWARZBACH : *La critique biblique dans les Examens de la Bible et dans certains autres traités clandestins, dans La Lettre Clandestine*, no 4 (1995) (rééd. Paris : Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, 1999), p. 577-612.

Bertram Eugene SCHWARZBACH : *Les études bibliques à Cirey : De l'attribution à Mme du Châtelet des Examens de la Bible et de leur typologie*, dans François de GANDT éd. : *Actes du colloque de Joinville*, 1995, à paraître dans les *Studies on Voltaire and the eighteenth century.*

Bertram Eugene SCHWARZBACH : *Edition critique des Examens de la Bible*, en préparation, à paraître chez Champion, Genève.

Judith P. ZINSSER : *Emilie du Châtelet : genius, gender and intellectual authority*, dans Hilda L. SMITH éd : *Women writers and the early modern British political tradition.* Cambridge, Cambridge University Press, 1998, p. 168-190.

2. Histoire des femmes et du féminisme.

Cynthia B. CASTELLO, Shari MILES et Anne J. STONE (eds) : *The American Woman 1999-2000 a century of change, what's next ?* Women's Research and Education Institute, New York, W.W.Norton and Company, 1998,448p. *http ://www.wwnorton.com* (résumé de Marguerite LOREE-LA SIERRA dans Diplômées n.191, décembre 1999, p.247-248).

Sylvie CHAPERON : *Les années Beauvoir 1945-1970*, Fayard, 2000 (résumé dans le bulletin de l'ANEF no.31, Hiver 2000, pp.64-65).

Claudine COHEN-SAFIR : *Cartographie du féminin dans l'utopie, de l'Europe à l'Amérique*, L'Harmattan, collection "Bibliothèque du féminisme" (résumé dans le bulletin de l'ANEF no.31, Hiver 2000, pp. 68-69).

Irène CORRADIN et Jacqueline MARTIN (dir.) : *Les femmes sujets d'histoire, à la mémoire de Marie-France Brive*, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 1999 (résumé dans le bulletin de l'ANEF no.31, Hiver 2000, pp.49-51 et pp.61-64).

Simone CRAPUCHET : *Politique sociale d'Outre-Mer 1943-1960, un devoir de mémoire à l'égard des pionnières*, Toulouse Eres, 1999.

Delphine GARDEY et Ilana LOEWY (dir.) : *L'invention du naturel, les sciences et la fabrication du féminin et du masculin*, Collection "Histoire des sciences, des techniques et de la médecine", Centre de recherche en histoire des sciences et des techniques, Paris, Editions des archives contemporaines, 2000.

Henri MALEPRADE : *Léontine Zanta (1872-1942) vertueuse aventurière du féminisme*, avec une lettre inédite du Père Pierre Teilhard de Chardin, Paris, Editions Rive Droite, 1999, 185p.

Henri MALEPRADE : *Léontine Zanta (1872-1942) vertueuse aventurière du féminisme*, Diplômées (revue de l'AFFDU) no.192, Mars 2000, pp.27-28.

3. éducation des filles et des femmes.

Annick DURAND-DELVIGNE, *les Cahiers du Mage*, 01/95.

M.DURU-BELLAT : *Filles et garçons à l'école, approches sociologiques et psycho-sociales*, 2ème partie : *La construction scolaire des différences entre les sexes.* Revue française de pédagogie, No.110, janvier-février-mars 1995, pp.75-109.

Denise GUILLAUME : *Le destin des femmes et l'Ecole, manuels d'histoire et société*, L'Harmattan.

Corinne KONRAD : *Compte rendu du colloque "Les femmes et l'éducation" (Paris, 27 novembre 1999)*, Diplômées (revue de l'AFFDU) no.192, mars 2000, pp.64-65.

Guyonne LEDUC : *L'éducation des femmes en Europe et en Amérique du Nord*, L'Harmattan.

Jackie VIRUEGA : *Le sexe des anges* (article sur la mixité), Janvier 1997 - La Cité

Claude ZAIDMAN : *la Mixité à l'école primaire*, l'Harmattan, 1996.

Autres documents :

Education en mutation, Diplômées (revue de l'AFFDU) n.191, décembre 1999, pp. 195-216.

Un forum consacré à la question de l'égalité des sexes à l'école (MENRT) se tient à l'adresse : *http ://www.education.gouv.fr/syst/egalite/forum.htm*

Le texte de la convention *pour la promotion de l'égalité des chances entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes dans le système éducatif* peut être consulté à l'adresse : *http ://www.education.gouv.fr/bo/2000/10/orga.htm*

4. Enseignement scientifique.

Michèle FERRAND, Françoise IMBERT et Catherine MARRY : *L'excellence scolaire, une affaire de famille. Le cas des normaliennes et normaliens scientifiques*, Paris, L'Harmattan, 1999.

Azar KHALATBARI : *Claudine Hermann, la cause des femmes*, La Recherche no.300, Avril 2000, pp.27-28.

5. Femmes et Société.

Isabelle ALONSO : *Tous les hommes sont égaux, même les femmes*, Robert Laffont.

Marie-Claire BLANCQUART : *Une femme sans modèles*, Paris, Ed. de Fallois, 1999, 220p. (résumé dans Diplômées no. 190, septembre 1999, p.170).

Yvonne KNIBIEHLER et Agnès GUY (eds) : *Repenser la maternité*, Ed. Corlet, Marianne, coll. Panoramiques no.40, 2ème trimestre 1999 (résumé de Michelle ROLLIN dans Diplômées no. 190, septembre 1999, pp.171-172)

Autres documents :

La violence interdite : A l'aube du 3ème millénaire comment mettre la violence hors la loi ? Actes de la rencontre europeenne organisée par le CNIDFF en décembre 99.

La conférence de Pékin, cinq ans après. La mise en oeuvre par la France des recommandations du programme de la 4ème conférence mondiale sur les femmes, à l'adresse : *http ://www.ladocfrancaise.gouv.fr/fic_pdf/pekin.pdf*

La circulaire parue au Journal Officiel du 9/3/2000 sur l'obligation de statistiques sexuées est disponible sur le site : www.admi.net/jo/ (à la date du 9/3/2000, la rubrique 1er ministre).

6. Psychologie. Langage et Communication.

Virginie BARRÉ, Sylvie DEBRAS, Natacha HENRY et Monique TRANCART : *Dites-le avec des femmes, le sexisme ordinaire dans les medias*, CFD éditeur AFJ, Paris 1999.

A. BECQUER, B. CERQUIGLINI, N. CHOLEWKA, M. COUTIER, J. FRECHER, M-J MATHIEU (préface de L. JOSPIN) : *Guide d'aide à la féminisation des noms de métiers, titres, grades et fonctions*, disponible à l'adresse :
http ://www.ladocfrancaise.gouv.fr/femmes/index.htm
ainsi que : *http ://www.ladocfrancaise.gouv.fr/femmes/guide.htm*
voir aussi : *http ://www.education.gouv.fr/bo/2000/10/orga.htm* (note du ministre en date du 6 mars 2000)

7. Femmes et Politique.

Philippe BATAILLE et Françoise GASPARD : *Comment les femmes changent la politique et pourquoi les hommes résistent*, Paris, Editions La Découverte, 1999, 203p. (résumé de Nicole FOUCHé dans Diplômées n.191, décembre 1999, p.247)

Monique HECKER : *Les femmes et le pouvoir*, Diplômées (revue de l'AFFDU) no. 190, septembre 1999, pp.157-159.

Andrée MICHEL et Floh : *Citoyennes militairement incorrectes*, L'Harmattan, 1999 (résumé de Muriel ANDRIOCCI dans le bulletin de l'ANEF no.31, Hiver 2000, pp.55-56)

Jacqueline NONON : *L'Europe, un atout pour les femmes*, La Documentation Française.

Jeanne PENAUD : *Les femmes dans les organisations internationales*, Diplômées (revue de l'AFFDU) no. 190, septembre 1999, pp.149-153.

Sur la toile, quelques adresses :
http ://www.premier-ministre.gouv.fr/FAIT/MARS00/090300.HTM#anchor16
http ://www.ladocfrancaise.gouv.fr/cgi-bin/multitel/CATALDOC/g_acc ?MID=ExOLOeVedPbL
http ://www.assemblee-nationale.fr/2/dossiers/parite/sommpari.htm
http ://www.scd.univ-tours.fr/w3_women.htm

8. Le Monde du Travail.

Anne-Marie COLMOU : *L'encadrement dans la fonction publique : vers l'égalité entre les hommes et les femmes*, rapport au Conseil d'Etat.

Annie DUSSUET : *Essai sur les représentations du travail domestique chez les femmes actives de milieu populaire*, L'Harmattan, collection "Logiques sociales", 1997 (résumé de Jacqueline MARTIN dans le bulletin de l'ANEF no.31, Hiver 2000, pp.53-55)

Dominique EPIPHANE et Daniel MARTINELLI : *En sortant des Ecoles, qu'ont-elles trouvé ?* pp.113-125 dans le rapport du CEREQ : *Femmes sur le marché du travail, l'autre relation formation-emploi.* Etudes no.70, novembre 1997.

Catherine GENISSON : *Davantage de mixité professionnelle pour plus d'égalité entre les hommes et les femmes*, rapport au Premier Ministre

Slava LISZEK : *Marie Guillot, de l'émancipation des femmes à celle du syndicalisme*, L'Harmattan, Chemin de la Mémoire, 1994 (résumé de Françoise PICQ dans le bulletin de l'ANEF no.31, Hiver 2000, pp.51-52)

Béatrice MAJONI d'INTIGNANO : *L'usine à chômeurs*, Plon, éd. Presse Pocket, 1998, 280p. (résumé de Nicole MASSIGNON dans Diplômées no. 190, septembre 1999, pp.172-174).

M. MARUANI : *Féminisation du monde du travail. La société française contemporaine*, Cahiers Français n.291, mai juin 1999, pp.16-20.

Autres documents :

De la connaissance à la compétence, les clés de l'employabilité des femmes diplômées des universités, Actes de la journée d'étude du 29 mai 1999, Diplômées (revue de l'AFFDU) no. 190, septembre 1999, pp.120-148.

Egalité entre hommes et femmes, aspects économiques, Diplômées (revue de l'AFFDU) no. 190, septembre 1999, pp.186-189.

La circulaire du 6 mars 2000 (relative à la préparation des plans pluriannuels d'amélioration de l'accès des femmes aux emplois et postes d'encadrement supérieur de la fonction publique de l'Etat) est consultable à l'adresse :
http ://www. admi.net/ jo/20000307/PRMX0003981C.html

9. Carrières scientifiques.

Yvette ANDRILLAT : *Comment devient-on astronome ?* Diplômées (revue de l'AFFDU) no. 192, mars 2000, pp. 24-25.

Huguette DELAVAULT : *Sciences, où sont les femmes ?* Diplômées (revue de l'AFFDU) no.191, décembre 1999, pp.221-225.

Danielle GONDARD-COZETTE : *Parcours de boursières, les bourses de l'AFFDU*, Diplômées (revue de l'AFFDU) no. 192, mars 2000, pp.4-23. Pour un dossier de demande de bourse, voir : http ://www.ifuw.org/france

Claudine HERMANN : *Femmes et Sciences, résumé du rapport européen réalisé par le groupe ETAN Femmes et Sciences (novembre 99)*, Diplômées (revue de 1'AFFDU) no. 192, mars 2000, pp.56-59.

Françoise PIRON et Alexandra RIHS : *Carrières de femmes, Passion d'ingénieures*, présenté sur le site de l'EPFL : *http ://www.epflch/equite/portraits/*

Autres documents :

Femmes et Sciences, la mise en réseau des réseaux, Diplômées (revue de l'AFFDU) no. 190, septembre 1999, pp. 189-191.

Education, Femmes et Sciences. La conférence mondiale sur la Science pour le XXIe siècle : un nouvel engagement, Diplômées (revue de l'AFFDU) no.191, décembre 1999, pp.217-220.

La science a-t-elle un sexe ? Journal du CNRS, Mars 2000, p.8

Le regard des femmes sur le recherche serait-il sans intérêt ? Journal du CNRS, Mars 2000, p.35

Femmes et ingénieurs : l'équation impossible ? Conférence et table ronde du 19 janvier 2000 l'Institut National des Communications d'Evry, les actes de ce colloque sont disponibles sur le site web de l'INT (www.int-evry.fr, rubrique "INT-menu principal" puis "actualité")

Résumé (14 pages) du rapport *Les enseignants-chercheurs à l'université — La place des femmes*, disponible sur le site : *http ://www.education.gouv.fr/rapport/femme/resume.htm*

Science policies in the European Union Promoting excellence through mainstreaming gender equality, rapport européen ETAN à l'adresse :
ftp ://ftp. cordis.lu/pub/etan/docs/women.pdf.

femmes & math
Revue de l'association *femmes et mathématiques*
Institut Henri Poincaré
11 rue Pierre et Marie Curie
75231 Paris cedex 05
fetm@ihp.jussieu.fr
http://www.desargues.univ-lyon1.fr/home/fem/fem.html

Numéro 5

- **Editorial** **1**

- **Vie de l'association**

  Y-a-t-il un langage scientifique ? Est-il la propriété des scientifiques ?
  Quels enjeux *Catherine Goldstein* **3**
  Place et statut des mathématiques dans la genèse par sexes de la structure de la repésentation sociale des métiers scientifiques *Françoise Mariotti* **5**
  Nicole Desolneux-Moulis, mathématicienne *Michèle Audin* **21**
  Nicole Desolneux-Moulis *Christine Charretton* **27**
  Claude Viterbo **27**

- **A propos de mathématiques**

  Analyse harmonique sur les groupes et les espaces symétriques *Pascale Harinck* **31**
  Formes quadratiques et invariants de corps *Anne Queguiner-Mathieu* **37**

- **A propos de femmes**

  Le faux problème du prof aimable *Michèle Audin* **49**

  Bibliographie *Raphaèle Supper* **51**

Coordination du numéro 5 : *Nicole Berline*
Directrice de Publication : *Christine Charretton*
Imprimerie de l'Université Rennes I
Numéro ISSN : 1271-3546
Tirage 250 ex
Dépôt légal : décembre 2000
Prix du numéro : 60 FF