

Université Paris 8

U.F.R. Paris 8

Département de Sciences de l'éducation

THESE

Pour obtenir le grade de

Docteur en Sciences de l'éducation

Titre □

Métrologie et enseignement

Par

Marie-Ange COTTERET

Thèse enregistrée au Fichier Central des Thèses sous le N° 0312495T depuis mars 2003

Directeur de thèse □

Bernard CHARLOT

JURY

Guy BERGER

Bernard CHARLOT

Jean-François DEGREMONT

Marc HIMBERT

Christiane PEYRON-BONJAN

« Un changement de système de mesure n'est pas sans conséquence sur les systèmes de pensée. À moins que ce ne soit l'évolution des idées qui conduise à bouleverser les unités de mesure.□

Lord Kelvin□

Vedelago S. Isotopes, Mesure et démesure, n° 13, décembre 1995, p.38.

C'est incontestablement parce que nous sommes partis de la base et que nous avons échappé à tous les obstacles d'une rude et laborieuse pratique scolaire que nous pouvons aller aujourd'hui vers une pédagogie de masse en offrant une façon nouvelle de l'aborder.

Célestin Freinet, Ecrit par Elise Freinet

Naissance d'une pédagogie populaire.

Petite collection Maspéro. P. 8

REMERCIEMENTS

A tous, MERCI

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements.....	4
Table des matières	6
Résumé	10
Introduction	14
La question “métrologie et enseignement”	14
Plan de la thèse.....	15
Position et angle de vue du chercheur	16
De l’enfant à la recherche d’une pensée universelle	18
L’arithméticien de Petit	21
La pensée pédagogique de Petit	24
De l’action à la recherche	26
Trois cas exemplaires	27
L’expérience du «confinement» : Le cas JR.....	27
Inversion de la relation pédagogique»Le cas P.....	32
La re-construction des «Communs» : Les réfugiés	36
L’expérience de terrain (1984-1996).....	42
Un réseau»humain : des règles consenties et respectées	42
Supervision et régulation au sein d’un réseau d’accompagnement de personnes en difficulté	43
Reconnaissance et réciprocité de l’échange.....	47
L’état naissant et la pédagogie mutuelle.....	56
Enseigner à devenir autodidacte à des personnes désorientées.....	58
Conclusion	63
La métrologie personnelle.....	68
Les mesures “pifométriques” liées à l’expérience personnelle en métrologie.....	71
La mesure en escrime	71
La métrologie personnelle vue par un professeur de yoga indien	75
La profondeur historique	78
Présentation.....	78
Introduction à la profondeur historique.....	80
La métrologie transactionnelle.....	82
Le pacte métrologique	86
Mythes, croyances et philosophies de la mesure.....	90
Préhistoire	93
Les chasseurs-cueilleurs.....	93
Les premières sociétés agricoles	95
La Mésopotamie, berceau de la métrologie marchande.....	96
La grande transformation.....	96
Transactions, comptabilité, écriture et métrologie	97
Naissance du commerce et de la métrologie	99
«L’argent» mésopotamien.....	103
Métrologie et confiance	103
L’économie administrée d’Egypte	106
Une métrologie spécifique	108
Sur la Route de la Soie : la métrologie internationale et le commerce au long cours.....	109
Les poids et le commerce.....	111
Les mesures en Chine.....	112
Les gabarits phéniciens.....	112
La Grèce	114
De l’Empire romain à la période carolingienne.....	116
Coexistence de mesures différentes.....	117
L’oeuvre de Charlemagne	118
Référence bénédictine.....	119

Après Charles	121
Les Assemblées de Mars avant les Etats généraux	123
La légitimité des Etats généraux	126
Les tensions et la pression fiscale.....	127
La rupture.....	129
De l’Ancien Régime à la République.....	130
L’école primaire à la veille de la Révolution.....	131
Les cahiers de doléances de 1789	131
Les communes et communaux	134
L’organisation ancestrale des communs	136
Anticipations de la déclaration des droits de l’homme.....	137
L’école pour tous.....	138
Un seul roi, une seule langue, une seule mesure :.....	138
Le 4 Août	142
La métrologie avant le mètre	145
Diversité des mesures	150
La métrologie, héritière de l’antiquité	151
La livre et la livre médicinale.....	154
Mesures combles et mesures rases	157
Les fraudes des meuniers et des boulangers	158
Les mesures agraires.....	159
Diversité ou «chaos» métrologique.....	160
Mesure et monnaie.....	162
Les unifications métrologiques	165
La métrologie scientifique	167
Galilée, l’étoile et la mesure du temps : naissance de la science expérimentale.....	168
Mesures terrestres	169
La décimalité des mesures	171
Le pendule à la seconde, une vieille idée.....	171
La construction du système métrique décimal.....	173
Empêcher les fraudes.....	173
Retrouver une unité perdue	175
Prieur oublie Villeneuve	176
Talleyrand entre en scène.....	177
Triomphe des savants	179
Le décret du 8 mai 1790 sur l’uniformisation des poids et mesures	181
Le choix de l’échelle décimale et de la longueur du méridien terrestre	182
Le mètre provisoire.....	183
L’inventaire des mesures locales.....	183
La Terreur	184
La construction du système métrique continue.....	185
La loi du 18 Germinal.....	186
L’Utopie métrologique : le scientisme universel.....	187
Depuis la Révolution le pouvoir de la Science	190
Les négociations du milieu du XIX ^e	191
Par dessus la guerre	192
La Convention du mètre.....	193
La métrologie contemporaine	195
Conclusion : La mesure comme produit du jeu social	196
Perceptions contemporaines de la métrologie.....	205
Le pouvoir de la science	205
La métrologie vue par le public	207
Enquête au Forum du CNAM en juin 2001	207
Résultat de l’enquête au Salon de l’Education 2001	210
Conclusion de l’enquête.....	213
Quelle est la place de la métrologie dans l’enseignement de base et la formation.....	213
Recueil et analyse des entretiens.....	214
Les enseignants	214
Démarche suivie	214
Méthode et partenariat	215

Entretiens et transcription	216
Analyse de contenus	217
Les questions posées aux enseignants	217
Analyse du corpus d'entretiens	217
Les premiers constats.....	218
Les mots ont-ils le même sens pour tout le monde☐.....	219
Le système métrique décimal reste le système de mesure de référence.....	221
Métrologie historique.....	222
Le système international d'unités (SI) est peu évoqué.....	223
La notion d'incertitude.....	224
Les difficultés des élèves.....	224
Les enseignants expliquent pourquoi les élèves ont des difficultés.....	226
Le problème de l'hectare	227
Le désarroi des enseignants : des constats et des solutions possibles	228
Quel est le rapport entre la connaissance☐et la mesure chez les enseignants interviewés ?.....	229
Conclusions relatives aux entretiens avec les enseignants.....	230
Les industriels.....	232
Démarche suivie.....	232
Méthode et partenariat	233
Entretiens et transcription	233
Les premiers constats.....	233
Présentation générale de l'échantillon	235
Secteur d'activité des entreprises des professionnels interviewés	235
Les mesures dans l'entreprise	236
L'incertitude de mesure dans les entreprises	238
L'assurance qualité dans les entreprises	239
L'évolution de la métrologie dans les entreprises	240
Les opérateurs de mesure dans l'entreprise	242
Compétences et besoins de formation en métrologie	244
Conclusion relative aux entretiens avec les industriels.....	245
Les métrologues	247
Démarche suivie.....	247
Méthode et partenariat	247
Entretiens et transcription	247
Premiers constats.....	248
Qu'est-ce qu'un métrologue et quelles sont ses principales qualités ? – Synthèse -.....	248
Les caractéristiques de la métrologie.....	249
L'évolution de la métrologie.....	249
Le rapport entre confiance et métrologie.....	256
Conclusion des entretiens avec les métrologues.....	259
Conclusion générale des entretiens	260
L'école et la mesure	263
Lien entre école et métrologie.....	263
L'organisation de l'espace scolaire☐au XIX ^e siècle	272
Métrologie et enseignement	274
Evolution contemporaine et prospective☐.....	274
Intervention dans l'enseignement de la métrologie	281
Etat actuel de la diffusion de la culture métrologique	286
De la recherche à l'action	288
Le système métrique décimal sur l'Internet.....	288
L'Institut national de métrologie du Conservatoire des Arts et Métiers	290
Un réseau humain pour la diffusion de la métrologie	291
L'association Métrodiff.....	293
Des instruments de mesure peu ordinaires.....	294
La ☐Pyramide de la Mesure	295
Le site Internet de Métrodiff	305
Conclusion relative au site metrodiff.org.....	308
Vers l'élaboration d'un contenu pédagogique de la métrologie du quotidien.....	310
Contribution des élèves de Varen à la définition d'un manuel scolaire de métrologie.....	311
Un livre et une cassette vidéo, c'est une bonne idée.....	312

Conclusion générale	315
BIBLIOGRAPHIE	321
Thèses et mémoires	326
Sources historiques d'origine	327
Documents d'origine utilisés dans le chapitre "profondeur historique"	328
Lois constitutives du système métrique décimal.....	329
Articles et autres documents	330
Brève présentation de la métrologie	333

RÉSUMÉ

«Métrologie et enseignement»

À l'origine de cette thèse se trouve une question : Est-ce que la métrologie mène à une «pensée universelle», valable pour tous, quelle que soit leur condition ? À cette question s'ajoute l'héritage d'un petit livre qui voulait relier deux mondes, celui des gens simples et celui des plus éminents savants, par le partage d'une culture métrologique.

D'abord trois «cas» illustrent trois concepts, socles de la réflexion.

- Le **confinement** est un syndrome fait de délimitations imaginaires. La mesure y est restreinte à un domaine ou à une instrumentation particulière.
- L'**inversion pédagogique** est une reconnaissance où chacun apprend de l'autre. L'enseignant et l'apprenant créent des mesures communes.
- La «**reconstruction des communs**» illustre l'appropriation collective d'espaces communs par des personnes de cultures différentes.

Pour cerner le rôle de la mesure avec l'enseignement, **trois méthodes** ont été utilisées.

La première méthode est une enquête par entretiens auprès d'acteurs contemporains, dans l'enseignement, dans l'industrie et chez les métrologues. Elle montre l'inculture métrologique du public : sur 91 personnes interrogées à la sortie du salon de l'éducation en novembre 2001, à la question «Pouvez-vous me dire ce qu'est la métrologie», 80 ne savent pas répondre. Certains la confondent avec la météo ou la «science des transports urbains».

Néanmoins, lorsqu'on parle métrologie avec les industriels, l'intérêt se manifeste toujours. Certains sont astreints à de grandes précisions, gèrent des services spécialisés et connaissent les raccordements aux chaînes d'étalonnages. D'autres gèrent seulement la qualité des produits. Tous comprennent les enjeux et reconnaissent l'intérêt d'une réflexion sur le sujet.

Les enseignants ont une position plus complexe : la métrologie n'est pas au programme, mais elle intéresse. Pour certains, c'est une manière de rendre vivants les enseignements abstraits. Mais la notion d'incertitude est difficile à transmettre.

Si l'enseignement décrit les résultats de mesure obtenus par les scientifiques, il omet d'apprendre à mesurer par soi-même. Ce faisant, il laisse de côté le doute et son instrument concret, la mesure, avec ses incertitudes. Dès lors, la Science est transmise comme un dogme et non comme une démarche que chacun pourrait transposer dans sa vie quotidienne.

La seconde méthode est une recherche historique □ Si l'enseignement de la métrologie a été délaissé, c'est que sa raison d'être a été perdue de vue. Il faut donc essayer de la retrouver en cherchant d'où elle vient.

À première vue, l'horizon de l'histoire de la mesure est occupé par la Révolution française. La demande des cahiers de doléances « qu'il n'y ait plus deux poids, deux mesures » □, la nuit du 4 août dans laquelle les nobles perdent le privilège de fixer la valeur des mesures, le choix du mètre en référence au méridien terrestre « Pour tous les hommes et pour tous les siècles » □, tout cela a une telle force, on y trouve tant de générosité que l'esprit s'y arrête et en fait sa référence.

Toutefois, en observant de plus près cette période, apparaît un résultat imprévu □ Le pouvoir métrologique est confié à la communauté scientifique alors que la demande initiale était motivée par les fraudes des marchands et les injustices fiscales.

En remontant aux origines, en Mésopotamie, apparaît la permanence du lien qui unit le marché l'école et la mesure. Périodiquement, le pouvoir, face à l'anarchie métrologique, tente d'unifier le système de mesure. C'est ce que fait Charlemagne. Après lui, pendant mille ans, de 789 à 1789, la dégradation reprend. À nouveau, des milliers de mesures différentes de poids, de longueur, de volume, ont cours. Et l'état de grâce de l'été 1789 permet la grande unification métrique.

Depuis, la définition des mesures échappe au jeu des intérêts commerciaux. Les étalons sont devenus des instruments sophistiqués. L'hyper-précision engendre les techniques du futur □ optoélectronique, biotechnologie, nano-technologies. Elle mobilise des appareillages coûteux. Seuls y ont accès les grands organismes de recherche et les multinationales. La métrologie, initialement vouée au partage, se soumet à la logique de la puissance.

A l'opposé de cette confiscation, d'autres mesures surveillent l'état de l'agriculture, des pollutions, de la déforestation, des océans, de l'atmosphère. Elles sont au service de l'intérêt général, lequel ne peut d'ailleurs se passer, en miroir, d'une éducation à la métrologie.

Ainsi, l'abandon de la métrologie par l'enseignement est un volet d'un double mouvement □ celui qui prive le public de moyens d'intervention sur le cours des techniques, tout en le conviant à admirer leurs performances.

La troisième méthode est un «travail de mémoire» portant sur vingt années d'expérience professionnelle.

De ces années d'observation, il apparaît que notre époque vit une grande désorientation. La soi-disant «société de l'information» est aussi une société de désinformation où ni l'humain ni le vivant ne trouvent leur compte. Le défi qu'elle pose est d'abord un défi à la conscience.

Dès lors, le centre d'intérêt n'est plus l'objet mesuré, mais le sujet. Or, les sujets se reconnaissent, se construisent et se mesurent à leurs projets. Il ne s'agit plus d'une mesure imposée mais d'une mesure réflexive qui sert à **se définir**, en pratique et en perception.

Mais elle ne doit pas être sans lien avec le reste du monde. La métrologie suppose, en plus de la mesure, un **raccordement** qui re-lie l'acte de mesurer à un espace plus large. Non pas un espace cosmique comme celui des sciences, mais un espace de proximité autorisant le sujet à sortir de son confinement.

En conclusion, trois «modes d'existence» de la métrologie sont apparus.

La métrologie scientifique a, comme la Science, vocation universelle. Elle établit les unités, les étalons, les méthodes de mesure et les calculs d'incertitude. Elle vit en symbiose avec la communauté scientifique d'une part, l'industrie de l'autre.

La métrologie transactionnelle est née en Mésopotamie, il y a 5000 ans, en même temps que l'école, l'écriture, la comptabilité, les tribunaux. Certains des principes mis en œuvre à cette lointaine époque sont encore présents.

La «métrologie personnelle» est introduite dans cette thèse comme un concept nouveau, désignant la fonction originelle de la mesure, une fonction vitale qui apprend à se reconnaître et à reconnaître son environnement pour survivre, vivre et évoluer.

La métrologie personnelle rejoint la démarche des sciences cognitives, en cela qu'il ne s'agit plus de la recherche d'une objectivité absolue et immuable, mais d'un mouvement d'objectivation relatif au sujet. Ce mouvement s'appuie nécessairement sur une forme de métrologie, basée sur la reconnaissance. Il conduit, plus encore que la Science, à la «pensée universelle».

INTRODUCTION

La question “métrologie et enseignement”

Le travail qui suit répond à un étonnement □ alors que la technique et la science du début du XXI^e siècle mobilisent des performances métrologiques jamais atteintes, pour la fabrication des microprocesseurs ou le positionnement par satellite par exemple, l’enseignement de la métrologie semble avoir décliné depuis un siècle.

Chacun se souvient de l’école de Jules Ferry, avec sa balance de Roberval, sa boîte de poids en laiton, son mètre en bois gradué et ses planches décrivant avec complaisance le système métrique décimal, alors considéré comme un triomphe de l’esprit humain sur les particularismes corporatistes et provinciaux.

Tout ce matériel a disparu des écoles, et l’on peut aujourd’hui arriver jusqu’à un diplôme d’enseignement supérieur sans avoir pratiqué la mesure et ses calculs d’incertitude, donc vulnérable aux désinformations et aux erreurs de toutes natures.

Mon projet n’est pas d’effectuer un recensement critique des programmes d’enseignement, en pointant les lieux où l’on pourrait y ré-introduire de la métrologie. Il est de tenter de comprendre pourquoi la métrologie est absente de l’enseignement et quel est le sens de cette absence. Mais aussi et dans un même temps de créer les conditions d’expérimentations pédagogiques visant à mettre en mouvement et en lumière des liens interactifs entre deux communautés, celle de la métrologie et celle de l’enseignement.

À cet effet, il est nécessaire de remettre en question le sens des mots, à commencer par celui de métrologie. « □ la métrologie est la science de la mesure associée à l’évaluation de son incertitude. » Telle est la définition qu’en donnent les métrologues.

J’observe que cette définition n’est pas exempte d’ambiguïté □ qu’est-ce en effet que « la science de la mesure □ □ Est-ce, comme le comprennent les spécialistes, la science qui sert à perfectionner les mesures, et dans ce cas, il vaudrait mieux dire « la science **pour** la mesure □ ou bien est-ce l’étude des pratiques de mesure telles qu’elles sont dans la société, et de leurs variations selon les contextes sociaux, ce que signifie en bon français « science de la mesure □, faisant entrer la métro-logie dans les sciences humaines et sociales □

J’aurais donc pu prétendre, de manière provocante, en conservant cette dernière définition, que le travail qui suit est la première thèse de métrologie, et l’intituler « métrologie □ ou

«Métro-logie». En fait, je considère la **métrologie** en tant qu'activité universelle reposant sur la construction de relations de **confiance**. Pour cela, j'ai défini, la **métrologie scientifique**, actuellement dominante. Elle prend sa source dans la **métrologie marchande** née en Mésopotamie. En amont de cette métrologie se trouve ce que j'appelle la **métrologie personnelle**. Enfin, je mets la mesure du côté du sujet, que ce soit un sujet individuel ou un «nous» collectif et conscient de lui-même.

Plan de la thèse

En allant du plus personnel vers le plus général, je décrirai d'abord un ensemble d'expériences de l'enfance qui m'ont amenée, partant d'une interrogation sur l'existence d'une pensée universelle, à focaliser mon attention sur la métrologie. J'aborderai ensuite la mesure, en introduisant la notion de métrologie personnelle, à travers des expériences professionnelles et militantes de soutien aux personnes en difficulté.

Pour étayer ma vision du rôle de la métrologie dans les changements sociaux je suis partie à travers l'histoire en quête des origines sociales et techniques de la métrologie. Il n'est pas dans le cadre de ce travail de refaire une histoire complète de la mesure, mais l'examen des travaux disponibles et des documents d'archives permet de détecter la nature de certaines interactions métrologie-société et de reconsidérer quelques allant-de-soi concernant la mesure.

Je présenterai ensuite la perception contemporaine de la métrologie, dans l'enseignement d'une part, dans les entreprises de l'autre, et aussi l'expérience professionnelle que m'ont transmise quelques-uns de nos plus grands praticiens métrologues. J'ai utilisé pour cela des entretiens que j'ai retranscrit et dont j'ai analysé le contenu, en relation avec la situation objective des personnes interviewées.

Enfin, en réponse à la question posée en introduction comment se fait-il que l'enseignement de la métrologie ait décliné au moment où son importance économique s'accroît

Sachant qu'une réponse claire ne peut lui être donnée qu'après avoir mis en œuvre des moyens pour partager ce questionnement avec le plus grand nombre, je présente une dernière partie intitulée «De la thèse à l'action». Je tente de montrer, à travers l'expérience de l'Association Métrodiff, la construction d'un «espace métrologique commun». Je présente plusieurs actions dont le but était d'objectiver, en les réactivant, des liens d'origine entre la communauté civique, métrologique et enseignante.

Position et angle de vue du chercheur

La recherche de la présente thèse ne suit pas les méthodes habituelles de l'Université. Il ne s'agit pas en effet du travail d'une étudiante poursuivant son cursus, mais du compte rendu des constats et des synthèses d'une professionnelle qui a mené sa vie dans un esprit de recherche. La loi permet désormais qu'un doctorat universitaire vienne reconnaître ce type de démarche.

Ma recherche a pris sa source dans l'enfance mais c'est à partir de mon *expérience vécue* dans le monde de l'insertion que j'imagine possible et plausible un monde plus pacifique.

L'interprétation que je fais de ces années d'activité est singulière mais les faits observés ne peuvent pas être mis en doute par mon esprit ni par mon souvenir. Lorsque j'étudie les processus d'exclusion à l'échelle locale (1987-1993), ce sont des gens en chair et en os avec qui j'ai travaillé. Lorsque j'ai milité à leurs côtés (1993-1996) c'était auprès de femmes et d'hommes qui se reconnaissaient comme des personnes «*adultes et responsables*». Le travail présenté ici a été construit *avec* leur souvenir. Je ne peux pas oublier ce que j'ai vu ni de transmettre des situations et des phénomènes de reconnaissance auxquels j'ai participé.

Par réaction, apprentie chercheur à 42 ans, je n'ai jamais pu, malgré beaucoup d'efforts, accepter l'idée de me positionner dans une rupture avec le sens commun. Autrement dit, je ne peux pas prendre une posture intellectuelle autre que celle de ma nature profonde et j'abandonne jusqu'à l'idée de regarder les autres «*de loin*».

Cette démarche me rapproche de l'anthropologie en accord avec ce qu'en dit François Laplantine dans son livre «*L'anthropologie*».

« Il apparaît cependant que si la spécificité de la contribution des anthropologues par rapport aux autres sciences humaines ne saurait être confondue avec la nature des premières sociétés étudiées (les sociétés-extra européennes), elle est à mon avis inséparablement liée au mode de connaissance qui a été élaboré à partir de l'étude de ces sociétés : l'observation *directe* par imprégnation lente et continue, de groupes humains *minuscules* avec lesquels nous entretenons un rapport *personnel*. »¹

« La démarche anthropologique entraîne ainsi une véritable révolution épistémologique, qui commence par une révolution du *regard*. Elle implique un décentrement radical, un éclatement de l'idée qu'il existe un « centre du monde », et, corrélativement, un élargissement du savoir et une mutation de soi-même. »²

¹ F. Laplantine. *L'anthropologie*. Ed. Payot, Paris, 1994, p. 17

² F. Laplantine, *Opus cit.*, pp.18-19

La vision de la profondeur historique de la métrologie est singulière, mais j'ai fait en sorte que mes analyses reposent sur la consultation directe de documents dont je n'ai pas à douter de l'authenticité.

J'ai utilisé pour construire cette partie un nombre important de documents historiques et de textes originaux conservés dans les Bibliothèques des Archives nationales³ et d'Archives départementales. J'ai consulté les ouvrages d'époque dans des bibliothèques spécialisées comme celles des Archives de l'Académie des Sciences à Paris et du Conservatoire des arts et métiers.

J'ai demandé à des professionnels de témoigner de leur expérience et de leur culture métrologique. Ces témoignages m'ont beaucoup appris sur l'art et la science de la mesure, sur la pratique de la mesure industrielle et sur la place de la métrologie dans les enseignements scolaires et professionnels. Pour donner la parole aux professionnels, j'ai choisi de ne pas alourdir la parole des experts par ma propre analyse mais plutôt chercher à la mettre en valeur. Leurs différents discours sont largement repris dans le corps du texte et disent bien mieux que je ne peux le faire un exemple de la richesse de la culture métrologique actuelle la diversité de ses formes.

Dans ce travail, je parlerai à la première personne. Cependant, le «Je» prend différentes formes□ celui de l'enfant et de son questionnement, celui de la praticienne de terrain qui témoigne, celui d'une militante de la lutte contre les effets de la pauvreté ou encore celui du chercheur.

L'affectivité est présente. Elle est nécessaire à la compréhension. J'ai cependant veillé à ce qu'elle ne soit pas débordante. Il ne s'agit pas en effet de petits attachements personnels mais seulement une ouverture vers l'humain et l'universel. J'utilise une sorte de démarche d'objectivation de la subjectivité. Une subjectivité orientée par la recherche qui a structuré ma vie. Cette subjectivité de la présentation me semble également nécessaire pour indexer mon énoncé.

Enfin comme cela se pratique dans la littérature médicale ou psychanalytique, j'ai utilisé la description de «Cas» vécus. Une légère différence dans la typographie signale ces cas, ainsi que les passages les plus marquants.

³ La liste des documents d'archives et d'origine fait suite à la bibliographie.

De l'enfant à la recherche d'une pensée universelle

Enfant, je me posais une question. Je voulais savoir si « une pensée universelle » existait. Et si elle existait, quelle forme elle pouvait avoir. Je passais solitaire de longues heures à cette méditation. J'avais l'intime conviction que le monde est animé par de profondes intelligences du cœur et une vaste générosité de l'esprit. Je voulais savoir si cette pensée ou son ombre existait consciemment ou inconsciemment chez les autres. Je n'étais qu'une enfant, mais je rencontrais des adultes qui acceptaient volontiers de discuter avec moi de la pensée universelle comme si j'étais un interlocuteur valable, faisant partie de leur monde. Avaient-ils conscience comme moi que les temps changent et que la parole des enfants mérite plus de respect qu'autrefois ? Avaient-ils conscience que nos représentations évoluent ainsi que nos équilibres sociaux et culturels et nos systèmes d'organisation ? Avaient-ils conscience de la nécessité d'accompagner le mouvement vers l'esprit de ce siècle, la connaissance ?

Je ne peux concevoir l'universalité de la pensée qu'en reconnaissant son partage entre tous les membres de la société, qu'ils soient jeunes ou vieux, riches ou pauvres. La notion même de pensée universelle suppose la mise en commun de certaines valeurs sociales. Plus tard, j'ai été confrontée quotidiennement à la très grande misère humaine. C'était mon métier. Je ne l'ai pas choisi par hasard. L'universalité, si elle existe, doit aussi concerner les plus pauvres. Ma question prit alors un tournant raisonné. J'ai cherché résolument des moyens de participer à l'accord du monde. C'est parmi les plus démunis que j'ai compris que l'idée de l'entente entre les peuples est aussi réaliste qu'un monde de violences et de désordre tel que nous le vivons actuellement.

« L'ethnométhodologie⁴ pose qu'il n'existe pas de pensée universelle mais seulement des pensées rattachées à leurs contextes d'occurrence et d'expression. La revendication d'universalisme, dans le cas de la métrologie, n'est pas que cette activité s'imposerait naturellement, comme la gravitation universelle, à tous les humains, mais que cette activité, reposant sur un partage, a vocation à être utilisée par tous les hommes, au-delà de leurs appartenances et particularismes culturels. Le choix, par une collectivité, de partager une métrique commune, n'est pas un abandon d'identité mais l'ouverture d'une porte vers l'autre. C'est ce processus d'ouverture qui peut être qualifié d'universel. »

⁴ Observation de Jean François Degremont, cohérente avec le point de vue auquel m'amène mon expérience.

Savoir si cette «pensée universelle» à toujours été présente à mon esprit ou si elle s'est construite à partir des réalités familiales est difficile à dire. Cependant je porte en moi un lointain souvenir qui marqua considérablement ma vie.

Un jour un agneau arriva chez nous. Je n'ai plus souvenir des circonstances de cette arrivée mais je ne souviens que toute la famille⁵ aima cette boule de douceur, ronde, chaude, blanche et bouclée. J'étais âgée de cinq ou six ans. Mon père fabriqua une cabane pour l'agneau. Je savais que l'équilibre de l'ensemble était trop instable mais comment le lui dire ? Quelques jours plus tard, un soir de vent, une des grosses pierres qu'il avait utilisée pour maintenir en place le toit de tôle de l'abri précaire tomba sur la tête de l'agneau et le tua.

Je me rendis compte que mon père n'avait pas mis en œuvre un ensemble de réflexions, de compétences et de précautions qui auraient permis que sa construction, même sommaire, fut solide. Je pris conscience que ce n'était pas une question d'intelligence mais d'accès à la connaissance, par là même de reconnaissance mutuelle au sein d'une société de connaissance.

Depuis la mort de l'agneau dont l'abri ne résista pas au vent, dans ces rêves éveillés comme en font tous les enfants, je vérifiais systématiquement la validité de mes montages imaginaires. Je vérifiais la logique de mes assemblages en me demandant, est-ce solide, est-ce que ça tient, est-ce que les éléments constitutifs de mon projet imaginaire sont compatibles entre eux ? Lorsque je fis connaissance de la métrologie, je retrouvai l'essence même de cette attitude de vérification.

À l'occasion de la préparation de ma thèse, je me suis demandé pourquoi le souvenir de cet agneau avait gardé une telle importance, au point que je le ressens encore comme un signe du destin sur lequel repose en partie ma vision du monde.

Sur la place du village, l'Eglise et l'Ecole se faisaient face, concurrentes mais d'un certain point de vue, semblables. On y parlait de choses que je ne voyais pas. Autant du côté républicain que du côté religieux, les deux principales communautés d'enseignement que je

⁵ Nous étions six enfants et mes parents.

fréquentais me parlaient de reconnaissance mutuelle, d'égalité et de fraternité universelle et vivante. Mais, vue d'une famille populaire, la société n'était ni égalitaire, ni fraternelle.

Aussi bien d'un côté que de l'autre, il m'était donné pour vrai un monde d'idées où rien (ou presque) de ce qui était dit ne se pratiquait au quotidien. Je voyais bien que le rapport entre le discours et la pratique était bancal et destiné, un jour, à s'écrouler. Mais comment et à qui le dire ? Comment vérifier si le monde que l'on me présentait pour vrai était praticable ? En tant que réalité vécue ? Dans mon quotidien, je ne voyais rien au dehors qui ressemblait à une pensée universelle, une pensée partagée, de reconnaissance de l'autre, de respect et d'égalité.

Face à ce phénomène, je me suis posé la question : est-ce que je peux voir ce que l'on me dit exister et que je ne vois pas en dehors de la chaleur familiale, où dans notre *minuscule groupe*⁶, nous étions reconnus libres et égaux ?

J'étais dans un univers marqué par une contradiction présente à la fois dans l'église et dans l'école laïque. Elle consistait à avoir un discours sur le partage (qui est inscrit dans les évangiles aussi bien que dans l'école de la République) et, en contradiction avec ce discours du partage, une attitude d'autorité et une pratique de sélection. Le prêtre comme le professeur montaient en chaire et déversaient la Parole. Ils représentaient la Puissance et la Vérité, non le partage et le doute.

Dans l'imagerie chrétienne, l'agneau symbolise l'innocence primitive, l'amour et la douceur sacrifiés. L'agneau de Dieu, c'est le personnage central, le Christ. Cet événement reproduisait, sous mes yeux d'enfant, transposé, le mythe fondateur de notre religion. Mais, à la différence de ce qui est dit dans le mythe, où le sacrifice fait office de rachat, une autre interprétation s'imposait à moi. Ce qui pouvait être salvateur n'était pas d'ordre sacrificiel, c'était un mouvement intérieur, celui qui consiste à s'assurer que tout a été fait pour que l'agneau soit en sécurité.

⁶ Réf. à F. Laplantine

L'arithméticien de Petit

L'idée que la métrologie a été (l'at est) un véhicule de connaissance, un régulateur social et de pacification au sein de l'espace commun ne m'est pas apparue spontanément.

En 1984, par un jour d'automne ensoleillé, en début d'après-midi, j'étais venue aider des amies à ranger le grenier d'un vieux moulin qu'elles venaient d'aménager. L'endroit était vaste. Dans un coin, j'avais repéré des livres et des caisses que je pensais, avec raison d'ailleurs, remplies de vieux papiers. Bientôt sans que je m'en rende compte, ni que je sache comment, je tenais un petit ouvrage qui me donna une étrange sensation. Je n'ai jamais pu me souvenir comment ce petit livre⁷ était arrivé entre mes mains, mais il me sembla alors, malgré la modestie de l'objet, que je venais de trouver un trésor. Je le dépoussiérais d'un revers de manche, aussitôt le cuir de la couverture se mit à briller. Je l'ouvris doucement.

Je lus sur la première page *Arithméticien décimal de l'an 1809*, «*Contenant Les Principes les plus élémentaires du système des mesures, monnoies et poids nouveaux avec un précis des quatre premières règles de l'arithmétique décimale*»⁸

Je m'assis sur une antique malle et parcourus d'un trait les quatre-vingts pages de ce petit «*Ouvrage mis à la portée des enfants, des habitants des campagnes et des esprits les plus simples*» par R.Petit. J'oubliai les amies, les bruits du dehors, la poussière dansante dans la lumière du soleil qui entraît à flot par les lucarnes. J'oubliai ce que je faisais dans cet endroit. Venant de la profondeur du temps, les mots de l'auteur résonnaient en moi avec une telle clarté que le petit ouvrage semblait prendre vie. Un flot de sensations m'assaillit. R. Petit parlait

⁷ 10,5 cm x 5,5 cm

⁸ R. Petit. *Arithméticien décimal*. Paris, Dubrock, 1809, 80 p.

de façon généreuse, là où mes souvenirs d'école étaient tout autres. Ce petit ouvrage me reliait de façon digne et acceptable à nos ancêtres. J'y trouvais inscrit un monde civilisé là où l'école m'avait appris qu'"avant", c'est-à-dire avant la Révolution, tout n'était qu'ignorance, chaos et obscurantisme. J'avais d'une certaine manière gardé de mes années d'école l'image de populations rurales et laborieuses asservies par les seigneurs et abruties par la religion. Dans ce petit livre point de seigneurs sanguinaires ni de ruraux asservis. Quant au chaos métrologique, qui, depuis mes classes primaires faisait partie des absurdités, si ce n'est des barbaries de l'Ancien Régime, il devenait, expliqué par R. Petit, un changement de système de mesure qui arrangeait tout le monde. Il n'y avait dans ce petit ouvrage rien de dénigrant ni de brutal pour qualifier l'époque ancienne.

Dans sa *Petite métrologie* R. Petit donnait des clefs de compréhension du nouveau système des poids et mesures à des gens simples qui en avaient besoin dans leur vie de tous les jours. Entre mes idées reçues et ce que j'entrevois dans l'instant, un gouffre impressionnant s'était ouvert. Une sorte de vertige profond me saisit. Le petit arithméticien me semblait aussi vivant qu'un animal qui se serait rendu là et que j'aurais recueilli. Je venais d'hériter de ce petit livre et de toute la pensée qu'il contenait. Je le mis dans ma poche et l'emportai avec moi. Le soir, je le mis sur une étagère. Il continua d'occuper toute ma pensée. Il semblait briller dans le noir. Les yeux grands ouverts dans la nuit, je pensais aux mots que j'avais lus. Pendant plusieurs semaines, chaque matin, je vérifiais que le petit ouvrage était toujours là, sur l'étagère, chaque soir je faisais de même. Je n'osais plus l'ouvrir de peur de ne pas retrouver les mots à leur place. Je craignais que mon émotion ne se fût envolée avec l'instant. Je pensais avoir été victime d'un moment d'exaltation.

Je ne cessais de me poser toutes sortes de questions quant à ma propre éducation. Digne élève de l'école de la République, le système métrique décimal était devenu si «naturel», si évident pour moi que je n'avais jamais imaginé que

d'autres systèmes de mesure avaient été cohérents pour nos anciens. L'enseignement du système métrique décimal que j'avais reçu à l'école m'avait fait oublier jusqu'à l'existence d'autres systèmes de mesures antérieurs. Quels étaient ces systèmes et comment fonctionnaient-ils ? Le « chaos métrologique » était-il finalement si chaotique que cela ? À constater mes oublis, le projet de l'école républicaine, quand ce projet est l'enseignement du système métrique décimal, n'avait-il pas été une manière de tenter d'organiser une représentation uniforme du monde ? Si le système de mesure que nous utilisons n'a pas toujours été le système métrique décimal, peut-être que le système de mesure actuel n'est plus ce système que j'ai appris à l'école et que je continue en tant que professionnelle à transmettre dans mes cours ? Est-ce que cet état de fait a une quelconque importance sociale ? Quelques semaines plus tard, je repris le petit livre et retrouvais intacte, plus forte encore de mes méditations, la pensée de R. Petit. Ce petit livre devenait une sorte de passerelle qui me reliait aux origines. Avant la Révolution, les gens en mesurant vivaient dans un monde proche du nôtre et quand leur mesure a changé, les moyens de compréhension fut transmis à tous.

R. Petit est un illustre inconnu. Robert, Roland, Raymond ? Petit ? J'ai cherché dans les dictionnaires, mais je n'ai trouvé son nom nulle part. Je n'ai pas non plus trouvé son nom dans les textes officiels de son époque. Peut-être n'ai-je pas bien cherché, mais il se peut aussi que R. Petit n'a été qu'un pédagogue occasionnel. Un homme de son temps, qui, voyant que les « savants » n'étaient pas capables de mettre le savoir métrologique au niveau des gens simples, des enfants et des paysans, s'en chargea. À sa lecture, j'admire toujours le but de l'ouvrage et au fil des pages ce qu'il contient⁹.

« On trouvera dans cet ouvrage beaucoup de simplicité, parce que j'ai cru qu'il falloit faire pour la science des nouveaux poids et des nouvelles mesures, ce que l'on a fait pour toutes les autres sciences utiles, c'est-à-dire qu'il falloit la proportionner à l'intelligence la plus faible : on a fait jusqu'à présent de grands ouvrages sur cette matière, on est entré dans les plus grands développements; mais aucun auteur n'a encore travaillé pour la classe peu éclairée ou indigente. [..]

⁹ Il contient aussi des erreurs.

Les traités qui portent le titre d'élémentaires ne le sont pas encore assez : on a voulu tout dire dans ces traités, et en entrant dans les détails qui sont hors de portée de la plupart des esprits, on les a effrayé ou rebuté. Les livres purement élémentaires posent que les premiers éléments d'une science, ce qu'il faut savoir pour aller plus loin; et c'est à quoi je me suis accroché dans ce petit ouvrage, où tout n'est pas dit, il s'en faut bien, mais je crois qu'il y a assez de choses pour remplir mon objet.¹⁰

À travers le temps, la pensée de Petit m'accompagna vers une nouvelle dimension philosophique□la culture métrologique va bien au-delà de la simple connaissance des unités et de leur opérationnalité et au-delà de l'organisation scientifique et légale de la mesure. Elle est animée par des règles spécifiques qui induisent des comportements de reconnaissance entre des individus et des groupes au sein d'un espace commun pacifique, même si, en contradiction avec ce mode de relation où les membres d'un groupe partagent des valeurs métrologiques communes, les pouvoirs métrologiques sont régulièrement entre les mains des chefs de guerre ou d'exploiteurs du genre humain, ceux-ci étant souvent les amis des premiers. La culture métrologique, comme de nombreuses autres cultures techniques, prend sa source dans une lointaine préhistoire. La mesure se transmet à travers le temps et l'espace d'hommes à hommes et de groupes à groupes en liant étroitement les sujets autour de comportements de reconnaissance et de partage culturel de notions - qui semblent universelles - d'égalité, de justesse, de justice, d'échange, de négociation, de partage et de confiance. Autrement dit, la volonté de partager une culture métrologique pourrait être *aussi* et avant tout un dispositif universel de régulation pacifique au sein des groupes et des sociétés.

La pensée pédagogique de Petit

L'idée mise en action dans le petit «*Arithméticien décimal pour l'an 1809*»¹¹ consiste à donner, sous une forme accessible à tous, un savoir nouveau. C'est pour Petit le nouveau système décimal des poids et mesures, non encore obligatoire en France¹². Cet acte pédagogique, qui fut pour moi une importante source d'émotion, se lie naturellement aux constats issus de l'expérience de terrain auprès de personnes en difficulté, fragilisées par la vie, peu lettrées et parfois analphabètes,□que j'ai côtoyé plusieurs années. Petit se donne pour mission de relier deux mondes, celui des «*Enfants, des habitants des campagnes et des esprits les plus simples*»¹³ avec celui des éminents scientifiques.

¹⁰ R. Petit. *Opus cit*, p.2

¹¹ R. Petit. *Opus cit*,

¹² La loi qui rend obligatoire l'usage du SMD à partir du 1er janvier 1840 en France date de juillet 1837

¹³ R. Petit. *Opus cit*, Page de garde

DE L'ACTION À LA RECHERCHE

J'ai commencé à enseigner auprès d'adultes à l'âge de 19 ans quand j'habitais Londres. Mes premiers «élèves» possédaient un CAP. Ils étaient français, cuisiniers ou chefs de rang. Ils devaient se familiariser avec la langue anglaise afin de pouvoir réaliser leurs commandes et régler les affaires courantes liées à leur profession. Je garde un souvenir joyeux de ces cours où d'âpres discussions entre cuisiniers sur tel ou tel ingrédient entrant dans la composition des recettes et les «traductions» nécessaires concernant les estimations pondérales des produits culinaires utilisés. Nous passions des heures à réaliser des conversions, l'intérêt étant que cette «traduction» soit aussi naturelle que possible.

De retour en France, à 23 ans, j'effectue une formation de formateurs dans le cadre de la Formation Continue. Je poursuis ma formation en tant que stagiaire de la formation professionnelle et «observatrice pédagogique» à l'AFPA¹⁴. A Toulouse je fréquente les Compagnons charpentiers et les Compagnons maçons. Je découvre avec eux une pédagogie et un enseignement théorique et pratique. J'apprends le respect et la transmission de savoir-faire ancestraux et la très haute considération de la conscience professionnelle.

J'apprends à travailler avec mes mains. Je pratique «grandeur nature» ce qui a été préalablement construit en plans. Je pratique le métré. Je découvre l'informatique fonctionnelle avec le logiciel «Framework».

Après cet «apprentissage» que j'avais choisi pour être capable de transmettre *aussi* des connaissances par la pratique, mon choix était alors d'intervenir auprès de personnes faiblement qualifiées car ce sont elles qui subissaient alors (et subissent encore) de plein fouet la transformation technique, économique et sociale profonde que nous vivons depuis quelques décennies. Enfant, je fus consciente dès mon jeune âge de cette transformation. Je vivais dans une zone rurale. Mon père quitta la ferme où il soignait les chevaux de labour pour devenir fonctionnaire. J'ai vu l'industrialisation de la terre s'intensifier et les hommes remplacés par des machines. Ce souvenir désolant et les conséquences entrevues à cette époque lointaine et aussi vérifiées par la suite sur le terrain de l'insertion ont motivé et motivent encore mon travail de recherche.

En 1987, j'interviens auprès d'hommes travailleurs handicapés. Je transmets, adapté, l'enseignement professionnel de niveau V que j'ai suivi à un public désorienté et faiblement

¹⁴ Association de formation pour Adultes

scolarisé. Ce sont des hommes âgés de 20 à 40 ans atteints de «**pathologie psychologique**» plus ou moins handicapante. J'intègre une équipe de soignants, de formateurs et d'éducateurs. Je reste deux années.

Faisant suite à cette expérience, j'entre dans un réseau d'insertion départemental¹⁵. J'interviens auprès de jeunes de 16 à 25 ans, non diplômés en rupture avec eux-mêmes et avec la société, des personnes allocataires du RMI et des réfugiés politiques. Je fréquente et anime pendant 7 ans un large réseau d'intervenants et travailleurs sociaux. Je milite avec des personnes en difficulté pour qu'elles puissent s'organiser et montrer qu'elles sont capables d'être socialement et dignement actives. Je suis également membre de la Commission Locale d'Insertion (CLI) de Montauban pendant 5 ans¹⁶. Je suis membre du Plan départemental d'Insertion du Département (PLI)¹⁷.

Après ce que j'ai vu sur le terrain de l'insertion en plus de dix ans d'observation et d'action, je décide en 1996 de suivre un cursus universitaire dont cette thèse est une étape importante. En effet, c'est en toute conscience que je témoigne de ce que j'ai vu et expérimenté en tant qu'observatrice et praticienne. Parmi toutes ces situations pédagogiques, **trois** d'entre elles m'ont laissé un souvenir indélébile, presque emblématique.

Trois cas exemplaires

L'expérience du «**confinement**» : Le cas JR

En 1987, en qualité de monitrice d'un Centre d'Aide par le Travail de Haute-Garonne, j'ai la responsabilité d'un atelier d'initiation au métier de peintre en bâtiment. Le groupe est formé de huit à dix ouvriers handicapés, des hommes, âgés de 20 à 40 ans.

La partie pratique est une progression adaptée pour les faibles niveaux des ouvriers de l'atelier. J'ai obtenu l'autorisation de me servir des documents de progression du niveau V de

¹⁵ dans une ville moyenne et sa zone rurale

¹⁶ Cette commission siège au moins une fois par semaine. Tous les dossiers des allocataires du RMI y sont traités.

¹⁷ Cette commission du PLI a lieu une ou deux fois par an. Y sont alloués les financements à partir des dossiers d'action d'insertion préalablement déposés conjointement aux services départementaux et à la Préfecture de département.

la formation de peintre en bâtiment de l'AFPA. Sur un modèle similaire, je répartissais le temps entre les exercices théoriques du matin, les apprentissages nouveaux et des exercices de rappel. Nous abordons ce dont les ouvriers ont besoin dans le cadre de leur activité. Les mécanismes opératoires de base, les notions simples de géométrie, les conversions du système métrique décimal, le cercle chromatique, des notions d'organisation de chantiers et d'évaluation des résultats. Une place non négligeable est laissée à la découverte des couleurs et à la créativité. L'atelier a comme réalité des hommes atteints de lourds handicaps psychologiques, psychiatriques pour certains, qui ont besoin des limites d'un cadre pour se réaliser et s'investir dans leur tâche. Ils souffrent rapidement d'instabilité. Les ouvriers apprécient les moments de détente. Certains me demandent, lorsqu'ils ne vont pas bien, à s'installer dans un coin de l'atelier, et se calment avec les pinces et la gouache.

Parmi les ouvriers qui me sont confiés, J.R. attire mon attention. Je suis surprise de son sens inné de la composition des couleurs. J.R., sachant à peine lire et écrire, malgré de graves problèmes psychologiques, situe parfaitement les complémentaires et obtient des harmonies tout à fait équilibrées. Je suis aussi surprise de l'attitude de cet homme-enfant qui ne semble pas tout à fait comme les autres, tout en n'ayant rien de particulier qui le distingue, si ce n'est son attitude. J.R. est un ouvrier effacé, très docile. Je dirais même qu'il me semblait alors «trop» docile.

J'avais demandé de ne rien savoir sur le passé des «malades», afin de ne pas être influencée par ces connaissances et porter malgré moi des jugements de valeur sur ces ouvriers handicapés qui, pour moi, devaient rester avant tout des stagiaires en formation professionnelle. Néanmoins, je savais par ma fonction quelles étaient les thérapies de chacun. J.R. suivait des séances de sophrologie¹⁸, mais ne prenait aucun médicament. Son effacement aurait pu être lié à «des piqûres retard»¹⁹ mais ce n'était pas le cas.

¹⁸ Exercices de relaxation pratiqués avec un sophrologue

¹⁹ Certains malades recevaient des substances chimiques dosées dont l'effet se prolongeait pendant un mois. Au renouvellement du traitement, les effets étaient assez forts pour certains d'entre eux qui se trouvaient alors ralentis dans leurs activités pendant quelques jours.

Pae ailleurs, j'avais remarqué que chaque fois que j'avais à écrire son âge, j'écrivais instinctivement 3 ans à la place de 30. C'était surprenant car je n'étais guère plus âgée que lui. Je ressentais pour J.R. une sorte de fraternité que je ne m'expliquais pas. Il m'intriguait.

Je l'observais pendant de longs mois. Lorsqu'il se mettait à peindre, la profondeur dans laquelle il plongeait me semblait mystérieuse. Il oubliait les pauses alors que les autres allaient se détendre dehors ou à la cafétéria. Quelquefois, quand tout le monde était parti, alors que je finissais les rangements et la préparation des activités du lendemain, je devais lui rappeler que la journée était finie. Il semblait alors revenir de loin, rangeait son matériel avec soin et me quittait en marmonnant un bonsoir à peine audible.

Je ne l'ai jamais senti agressif. Chacun de nous l'acceptait comme il était. J.R. ne participait pas aux activités sportives et lorsque nous le poussions un peu, l'équipe soignante et moi-même, il y mettait une si mauvaise grâce qu'il en était souvent dispensé. Il vivait au sein du CAT pourvu d'un hébergement collectif et d'un encadrement humain. L'équipe d'éducateurs n'avait pas encore pu envisager un accompagnement vers un appartement en ville. L'éloignement de l'établissement semblait difficile, voire même irréalisable.

Il avait parfois des réactions surprenantes. J'avais longuement expliqué et réalisé devant le groupe une action très usuelle dans l'activité de peintre□□ le brûlage des camions de peinture²⁰. Les ouvriers étaient à tour de rôle responsables de cette opération. Jamais je n'ai eu de problème avec aucun d'entre eux. Chacun évaluait méticuleusement la dose de white-spirit nécessaire pour ce geste professionnel.

²⁰ Un camion en peinture est un récipient qui permet de préparer, de transporter la « sauce□□, c'est-à-dire la peinture. Lorsque les camions ont beaucoup servi, il est nécessaire d'y mettre le feu. En général le white spirit dosé avec modération sert à cette opération. La peinture brûle et ensuite les camions sont brossés à la brosse métallique, débarrassés des couches antérieures de peinture, ils peuvent servir à nouveau.

Quand ce fut le tour de J.R., il mit tant de produit dans tous les camions qu'une flamme de plusieurs mètres s'éleva. Nous étions en zone semi-urbaine. L'incident aurait pu être très grave si les services de sécurité n'étaient pas arrivés immédiatement sur les lieux. J.R. ne semblait pas avoir compris le danger de son geste. Il ne semblait tout simplement pas capable d'évaluer ses limites en dehors d'un territoire extrêmement réduit.

Je ressentis de plus en plus la nécessité d'en savoir plus sur son histoire personnelle. Je fis part de mon interrogation à la psychiatre du centre qui le suivait. Elle m'invita à aller regarder son dossier confidentiel que ma fonction me permettait de consulter. Ce fut en deux ans de recherche pédagogique dans ce CAT le seul que je vis.□

Je fus profondément surprise, émue et démunie de ce que j'appris□ dans son enfance, les parents de J.R. l'attachaient au pied de la table en partant aux champs, laissant ainsi leur enfant de longues heures seul au bout de son lien. Il n'y avait dans son dossier aucune indication sur les motivations des parents à agir ainsi. Il n'avait été ni battu ni maltraité. Je pouvais supposer un milieu pauvre, agricole et des parents qui, sans grande imagination, avaient trouvé cette solution pour "mettre leur enfant en sécurité". Je pouvais imaginer un couple devant (□par nécessité□) travailler aux champs tous les deux, à la tâche comme c'était souvent la coutume dans la région. Un isolement familial est plausible, mais ce ne sont là que des suppositions. J'imaginai aussi J.R. attaché comme un chien au bout de sa laisse, se réfugiant sous la table familiale, son univers réduit à l'espace laissé libre par le lien.

Je fus prise d'une grande pitié et aussi révoltée. J'avais été élevée avec une grande liberté de gestes et de pensée. J'étais moi-même mère d'une petite fille. Quelques approfondissements avec la responsable de l'équipe de soins me firent entrevoir les dégâts psychologiques qu'avait provoqué cet attachement de l'enfant.

Son calme apparent, sa docilité étaient causés par une pression extraordinaire. Le lien physique disparu de son enfance avait été remplacé par un lien psychique qui divisait le monde en deux □ l'univers permis, celui de la sécurité, de l'approfondissement, de la vie et l'univers interdit, celui du danger et de la démesure. Ce lien imaginaire contenait une violence qui, non contenue, aurait été auto-destructrice.

J'imagine que J.R. aimait ses parents et que cet amour était investi dans un «*périmètre*», là où il manifestait tant de sensibilité et de créativité. Mais il ne pouvait s'aventurer au-delà de ce périmètre transposé de son enfance. La contrainte physique, la chaîne avait disparu mais le lien invisible restait aussi fort, si ce n'est plus fort que le lien réel qui l'avait, enfant, enchaîné au pied de la table familiale.

Depuis, j'ai lu des philosophes. J.R. m'apparaît comme la plus touchante incarnation de la parole d'Héraclite □ «*Le lien que l'on ne voit pas est plus fort que celui que l'on voit*»²¹. Dans la suite de ce travail, je désigne par le terme «*confinement*» ce syndrome créateur de délimitations imaginaires plus impérieuses encore que les limites physiques.

*

Il n'est pas inutile de préciser encore la relation entre l'histoire de JR et la métrologie. Nous sommes accoutumés à porter sur la mesure un regard inspiré de la Science, mû par sa recherche permanente de précision et d'objectivité. Ici, en sciences de l'éducation, la mesure est **vue du côté du sujet**.

Le cas de JR entre dans la famille de ceux évoqués par Jean Cottreaux²² comme relevant des thérapies cognitives, lesquelles soignent les anomalies survenues dans les représentations immédiates des sujets. Si J.R. représente un cas extrême de confinement, au-delà de son

²¹ Héraclite, Réfutation de toutes les hérésies. IX, 9, 5, (p. 292 Wendland) Jean Boliack et Heinz Wismann. *Héraclite ou la séparation*, Ed. Les éditions de minuit, Paris, 1972, p. 188.

²² Jean Cottreaux. *Les thérapies cognitives*, éditions Retz, Paris 2001, 283 p.

paroxysme, il montre qu'un système de mesure personnel est unique. Il est façonné par l'histoire et l'expérience de chaque individu.

Chacun, mais aussi les animaux, met en œuvre un ensemble de capteurs d'informations et de systèmes complexes de traitement des données ne serait-ce que pour se mouvoir²³.

Cependant le souvenir de JR m'avait alertée. Je détectais désormais les entraves imaginaires à la liberté. Partout, je vis à l'œuvre le syndrome du confinement.

- en milieu rural, je découvris qu'il semblait « impensable, voire impossible » pour les personnes auprès desquelles j'intervenais de se rendre à 40 km de leur lieu de vie habituel.

- dans la pratique professionnelle, je vis quelle énergie il fallait déployer pour obtenir que les individus, même poussés par la nécessité, consentent à se lancer dans une spécialité nouvelle.

- dans le monde enseignant et dans la recherche, je découvris le cloisonnement des disciplines, dans certains cas utile à l'approfondissement du travail, mais aussi vécu comme un interdit imaginaire par les chercheurs et les enseignants eux-mêmes.

Je me rendis compte alors que nous sommes tous des J.R. attachés à nos liens construits pendant l'enfance, l'adolescence, les études ou même la vie professionnelle.

Si la métrologie est souvent perçue comme une discipline servant à enfermer les individus dans une rationalité qu'ils refusent. Je considère au contraire qu'elle peut être un outil privilégié de libération des individus.

Inversion de la relation pédagogique – Le cas P.

L'expérience m'a montré que nous portons chacun notre propre capacité de mouvement et de changement. L'important est qu'il y ait au préalable un « vouloir faire », lequel ne peut se mettre en forme que si l'univers est au moins sommairement balisé. Ce « vouloir faire » que

²³ Alain Berthoz dans son ouvrage « *Le sens du mouvement* » (Ed. Odile Jacob, Paris, 1997) aborde une part de cette complexité.

j'ai vu fonctionner sur le terrain est d'autant plus puissant et donc capable de faire changer les choses qu'un projet est commun à plusieurs personnes et qu'il va dans le sens d'une reconnaissance mutuelle.

Dans ma relation professionnelle avec les personnes en difficultés, il y a des cas où la volonté de l'apprenant est si forte qu'elle s'impose et conduit d'elle-même à la réussite. Mais, en général, la situation pédagogique est bien plus complexe et nuancée. Elle implique au moins deux personnes, qui ont chacune leurs motivations et leurs résistances.

Pour illustrer mon propos, je me référerai au second des trois « cas » que j'ai annoncé plus haut.

J'ai rencontré P. dans un Centre Médical et Social à une vingtaine de kilomètres de Montauban. J'appris qu'il avait parcouru plusieurs kilomètres à pied pour me voir. Il vivait prostré dans une caravane au milieu d'un camp de gitans dont il subissait les brimades. Il en parlait tout bas de peur d'être entendu, alors que ceux dont il avait peur se trouvaient dans un autre village. Sa santé ne lui permettait plus de subvenir à ses besoins. Il avait été journalier agricole. Il était allocataire du RMI. Il avait besoin de rencontrer des gens, de s'échapper, de faire quelque chose d'autre, de ne plus rester seul.

J'animais des "Ateliers d'écritures"²⁴ dont un à Montauban. Les participants se retrouvaient une fois par semaine et au moyen d'une activité créatrice, ils rompaient l'isolement vers lequel l'absence d'emploi les poussait irrésistiblement. C'est pour cela que P. voulait me rencontrer. Il avait été informé par une assistante sociale.

Pour participer à cet atelier, P. devait venir jusqu'à Montauban. Il n'avait pas le permis de conduire et n'avait jamais conduit de mobylette. Je ne vis qu'une solution : le bus. Mais P. n'avait jamais pris le bus et ne savait pas comment faire. La semaine d'après, je suis venue à l'heure et nous avons suivi le bus qui allait jusqu'à Montauban. Je lui montrai le chemin pour que, une prochaine fois,

²⁴ Il s'agissait d'écritures plurielles (théâtre, vidéo, danse, écrits, dessins ...)

il puisse prendre son bus seul. Très attentif à tous les repères qu'il pouvait noter dans sa mémoire tout le long du chemin, il regarda sa montre pour évaluer le temps du trajet et à l'arrivée, la situation de la gare routière dans la ville. En le accompagnant je sentis qu'il n'était pas encore assez rassuré. La semaine suivante, je suis revenue. Cette fois, P. prit le bus que je suivis en voiture. Et il repartit seul □ Victoire □

Il vint à l'atelier chaque semaine. Il aimait dire aux autres qu'il avait pris le bus. Il était fier de sa table d'horaires et de ses tickets. Il les montrait volontiers lors d'une énième sortie du portefeuille pour vérifier une information, vérifier par quel car il pouvait partir ou revenir. Il était sorti de son confinement. Et il était si content de sa nouvelle indépendance □ Il y avait chez cet homme une telle joie de faire en tout qu'il communiquait son enthousiasme et sa liberté nouvelle.

Le bus jouait comme un instrument de mesure personnelle, il pouvait élargir son périmètre d'expérimentation et d'autonomie. Il pouvait en prenant le bus se donner sa mesure. Et comme elle était grande □

La nouvelle confiance qu'il avait en lui-même rayonnait au point qu'il inspirait de plus en plus confiance aux autres. Ils voulurent le manifester. Ils lui demandèrent de devenir le Président de l'Association « Etre et Apprendre □ », leur Association, celle qu'ils avaient fondé pour faire vivre les Ateliers d'Ecrites. Il devenait leur emblème, lui qui, plus que tout autre, s'était libéré des pesanteurs du destin. Il apprit à se servir d'un ordinateur. Il géra avec la secrétaire toutes les affaires courantes de l'association. Il resta Président de nombreuses années, jusqu'à sa mort, causée par une crise cardiaque.

Ce que le cas de P. m'a permis de repérer, c'est, si l'on peut l'exprimer sans nuances, la nécessité d'une **inversion** de la relation pédagogique. C'est-à-dire créer progressivement un vide, ni trop grand, ni trop petit devant le sujet, un espace où son initiative trouve à s'exprimer, et compter sur la perception de ses

propres performances pour assurer la validation et la «**ré**munération symbolique**»** (Eric Berne²⁵) de l'apprenant.

L'idée qu'une modeste table d'horaires des bus soit un "instrument de mesure" est sans doute décalée face au déploiement technologique des étalons laser et des satellites d'observation contemporains. Je pense néanmoins qu'elle est juste, vue du côté du sujet. Si l'habitude est de respecter la puissance, la performance, l'argent, notre époque est aussi celle du désarroi et de la désorientation pour près du tiers de l'humanité. Il y a des personnes pour qui une table d'horaires de bus porte l'espoir et mesure la réalité d'une autonomie nouvelle et chaque jour renouvelée.

Grace à la table d'horaires, instrument de repérage dans le temps et dans l'espace fiable, P. balisait son espace en s'y déplaçant en toute confiance. Ses repères s'ajoutaient les uns aux autres. Il solidifiait sa conscience par la reconnaissance en soi d'un univers d'autonomie et de tranquillité de l'esprit. Il était devenu un "je" agissant pour sa libération dans le monde. Il détenait *son* instrument de mesure.

*

Néanmoins, il ne s'agit pas ici de sous-entendre qu'il y aurait des mesures pour les riches et d'autres pour les pauvres ni que la métrologie de pointe serait suspecte. Mais ce que j'évoque est d'un autre ordre. Il s'agit de la nature même de la connaissance. C'est en quelque sorte un préalable philosophique à l'étude de la métrologie. « Mesurer, c'est comparer ». Et connaître, c'est aussi comparer. Piaget le montre dans sa description du processus par lequel le nouveau-né prend conscience que les choses existent et ont une permanence hors de lui²⁶. Il en arrive à se définir lui-même par différence avec cette permanence externe. Ce repérage élémentaire qui permet à P. de se repérer et de se reconstruire à partir d'un horaire de bus est me semble-t-il, de même nature.

²⁵ Eric Berne. *Que dites-vous après avoir dit bonjour*. Ed. Tchou, Paris, 1988, 273 p.

²⁶ Jean Piaget. *La construction du réel chez l'enfant*. Ed. Delachaux et Niestlé S.A., Neufchatel, 1950, 339 p.

À propos d'inversion pédagogique, je pousse un peu plus loin encore la logique de mes constats. Entre un «*Intervenant*» en milieu défavorisé et une personne dite «*En difficulté*», je me demande qui a le plus à apprendre à l'autre. Celui qui a vu la société «*du dessous*», si l'on peut dire, en situation d'exclu ou presque, n'a-t-il pas de cette société une vision quelquefois bien plus pertinente que celui qui n'a connu qu'un cursus tranquille? Celui qui est à la rue sait la difficulté à se loger, celui qui n'a pas d'argent sait la difficulté à se nourrir, celui qui a vécu l'exclusion sait qu'il faut lutter pour conserver sa dignité, toutes choses que son interlocuteur ne connaît que par ouï-dire.

L'Education, dont une des fonctions est de préparer l'avenir social, ne doit-elle pas faire face aux réalités du monde et contribuer à ce que chacun ait sa place et sa dignité? Pour réaliser ce projet, ne devons-nous pas chercher une même chose différente pour chacun en développant un **savoir collectif** qui s'exprimerait pacifiquement dans un esprit d'ouverture, de reconnaissance et de tolérance?

J'ai vu ce savoir collectif se constituer dans un groupe de personnes, au-delà des différences culturelles et politiques. Il fit apparaître un espace commun pacifié où priment l'entente et la raison commune comme le moteur d'un nouveau départ pour chacun et pour tous.

J'évoque ici encore une phrase d'Héraclite qui me semble être un fondement de ce savoir collectif : «*En écoutant non moi, mais le logos, savoir dire en accord toute chose une.*»²⁷

C'est ce que manifeste le troisième «*Das*».

La re-construction des «*Communs*» : Les réfugiés

En 1992, des réfugiés politiques arrivèrent nombreux dans le Tarn et Garonne. La mobilisation de la population fit que des solutions d'accompagnements familiaux se mirent en place assez vite. Ainsi, un couple d'amis a accueilli une jeune maman bosniaque et son bébé dans une maison accolée à la leur. Le papa mit 5 ans pour rejoindre sa femme et sa fille, de camps de prisonniers en passages clandestins, il fut en danger de mort. Mais qui est prêt à expliquer la rationalité ou à admettre l'absurdité de ces situations et de leur violence? Il arriva très amaigri et ne parlant pas notre langue. La petite Nina, enfant de cinq ans, si adulte déjà, apprenait à parler le français à son père. Elle avait compris très vite comment lui passer ce savoir si précieux en pays d'accueil. Ici l'apprendre fut une grande relation d'amour. Architecte, il a repris son activité à Toulouse depuis peu.

Face à cette vague de nouveaux arrivants, les services sociaux se sont également mobilisés. En tant que membre d'une structure d'accueil et de formation, il me fut proposé de construire un stage spécifique et expérimental pour permettre l'intégration d'une douzaine de personnes nouvellement arrivées dans le département.

Ce stage fut l'objet d'une convention avec la Direction Départementale des Affaires sanitaires et Sociales (DDASS) du Fond Social Européen (FSE), du Conseil Général du 82, de la Direction Départementale du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle²⁸ (DDTEFP), et deux structures de formation.

Le défi n'était pas des moindres □ réunir dans un même temps de formation des personnes traumatisées par les violences de leur pays en guerre, des ennemis d'hier, des jeunes ayant passé des années en camps. Des jeunes adultes ne parlant pas le français et analphabètes pour la moitié d'entre eux. Nous étions deux formateurs principaux, B. et moi-même. Le Conseil Général avait détaché une psychologue qui connaissait bien les problèmes d'immigration. Elle fut une des personnes clé du stage car elle allait dans les familles mais nous aidait aussi par son dynamisme infatigable. Nous avons préparé ensemble le contenu du stage, la progression pédagogique et sa durée dans le temps, les supports pédagogiques et une part des dossiers administratifs. Tout cela semblait bien calé et nos objectifs assez clairs mais une incertitude importante tenait dans le fait que je ne connaissais pas ce type de public. Le montage théorique n'était peut-être pas suffisamment adapté à un groupe dont je ne connaissais rien des futurs membres si ce n'est leurs données administratives, nom, prénom, âge, sexe, pays d'origine, validité de la carte de séjour, nombre d'enfants, etc.

La première journée de stage et les quelques jours qui suivirent furent perturbés par l'aspect administratif et médical des dossiers incomplets. Cependant j'avais pu déjà détecter une envie de bien faire et un repérage des groupes entre eux. Il y avait, réunis pour ce stage, des représentants de plusieurs pays et même de plusieurs continents □ une jeune éthiopienne, deux fratries marocaines (frères et sœurs), une jeune cambodgienne, deux jeunes vietnamiennes ayant passé plusieurs années dans un camp de réfugiés, une maman kurde avec deux enfants

²⁷ Héraclite Opus Cit.,

²⁸ En 1992, les décisions concernant la formation professionnelle continue n'étaient pas encore régionalisées.

en bas âge et deux jeunes garçons turcs qui avaient travaillé dans des fabriques de cuir depuis l'âge de 8 ans, enfin un autre jeune turc chassé de son village par le feu et les pillages.

Déjà, des discussions plus ou moins vives avaient lieu en dehors du lieu de formation sur les divergences politiques. Il me fallait agir vite. Je devais sans tarder enclencher une dynamique de groupe. Elle nécessitait une approche délicate dont tout le reste du stage pourrait ou non bénéficier. J'avais préparé des supports pédagogiques mais je sentais qu'ils ne suffiraient pas à créer cet espace mutuel de reconnaissance dont nous avions absolument besoin. Je dormis mal car j'étais fortement angoissée, sentant que ce début était extrêmement important pour la suite, et n'ayant aucune idée de la façon dont j'allais m'y prendre, j'imaginai toutes les configurations possibles, mais aucune n'apportait de solution.

La nuit porte conseil. Cependant je n'avais, en arrivant ce matin du premier jour actif, aucune idée de ce que j'allais faire. Aucune des personnes devant moi ne parlait le français. Leurs visages étaient attentifs et confiants. Il y avait dans l'air comme une envie de créer. Je me vis agir sans même savoir où j'allais. Voilà ce que je me vis faire☐

Il y avait une grande feuille de papier au tableau. Je dessinai le soleil, la terre et la lune et de là nous arrivions aux continents. A la suite de quoi chacun put situer son pays d'origine sur une carte du monde préalablement punaisée au mur de la salle de cours ²⁹. Des pointes de couleur matérialisaient les emplacements. La région Midi-Pyrénées et Montauban furent également situés. Je sentis immédiatement qu'ils avaient tous accepté cette cosmologie sommaire, tout en prenant conscience que nous étions enfin réunis dans un seul endroit, Résidence des Pyrénées à Montauban et que, de là, nous avions tout à reconstruire. Tout

²⁹ C'était la seule partie de programme que j'avais préparé en amont : faire en sorte que les personnes situent sur une carte du monde punaisée au mur le lieu ou le pays d'où ils venaient, d'où venaient les autres et de situer la région Midi Pyrénées et Montauban dans le monde.

devait être nouveau, nous n'avions pas le choix. Aux vieilles querelles, il fallait substituer un projet commun et plus de paix aux enfants du monde. Ainsi, nous proposons de façon tacite d'appuyer notre avenir commun, (ici au moins 6 mois) non pas sur la force des divergences mais sur celle des ressemblances.

Partis avec cette idée dans l'air, nous avions un rythme soutenu. Le matin, telle une magicienne avec une boule et une boîte, je transmettais le vocabulaire spatial. La boule est devant la boîte, derrière, sur le côté droit, plus loin que, en bas, en haut, etc. Nous avons fabriqué des boîtes de couleurs, alors la balle jaune était dans la boîte rouge, sur la boîte verte ... et les combinaisons s'énonçaient rapidement à la manière du calcul mental. En quelques mois tout était prêt pour aborder la gymnastique des opérations simples de l'arithmétique décimale.³⁰

Le reste de la matinée consistait à travailler la lecture en français et le calcul. J'avais réuni un matériel pédagogique varié, fait de supports d'éveil et de consolidation des apprentissages en cours. Mais les stagiaires eux-mêmes participaient à l'élaboration de certains des supports pédagogiques.

Les après-midi étaient réservées aux séances de méthodologie de projet. Le temps était réparti entre des temps où le groupe dans son entier participait aux débats, des ateliers par groupes, et des temps personnels. Des «séances plénières» tenaient chacun au courant de l'ensemble des projets en cours. On y évaluait son propre projet, celui de son groupe et celui des autres groupes et l'on se faisait critiquer. «Mesurer c'est comparer». L'instrument de mesure de soi, c'est soi, ce sont les autres ou les autres et soi.

Les mini ou micro-projets qui en résultaient étaient adaptés au groupe. Le cadre posé, c'était à chacun de répondre de façon libre et créative à sa réalisation. Les

³⁰ Même si pendant ce temps les adultes n'acquièrent que les mécanismes opératoires de l'addition et la soustraction, par la suite, ils pourront en poursuivant une formation complémentaire, acquérir la technique de la multiplication et de la division.

premiers projets consistaient à élaborer et à réaliser un repas traditionnel pour une vingtaine de personnes. C'était l'occasion d'une meilleure connaissance des pays à travers leur cuisine, de témoigner d'un chez soi disparu sous les bombes ou de comparer les habitudes, les rituels de fêtes, les usages quotidiens. Ces moments étaient appréciés de tous. Je me souviens de cette lueur dans les yeux lorsqu'un jeune, arrivant des montagnes, de je ne sais plus quel pays du sud, nous dit dans un français correct que tout le monde comprit, comment sa mère, le matin, au village, chauffait la pierre sur le feu ouvert et cuisait un pain plat qu'il mangeait chaud accompagné de lait de chèvre frais, l'odeur de son enfance.

Au départ, aucun ne parlait correctement le français, certains ne le comprenaient pas. Rapidement les personnes de ce groupe avaient acquis des compétences. Ils étaient devenus capables de communiquer, de s'exprimer et d'être compris. Ils étaient capables de prendre en compte l'avis de l'autre, d'écouter, de négocier, de prendre une décision commune, d'organiser un travail ensemble, d'organiser un comportement de groupe et d'y formaliser les échanges dans le sens Donner-Recevoir et d'apporter ce changement aux familles. Ces personnes se sont transformées sur le plan social, psychologique, cognitif en construisant des bases de respect mutuel pour construire l'espace commun.

Nous avons réussi dans ce stage à construire une paix de groupe. Chacun l'a rapporté et aux familles et aux institutions. En reconnaissant le savoir et la bonne volonté de l'autre s'est construite une paix dont nous pouvions être fiers. Au bout de six mois tous les participants savaient lire, même péniblement encore pour certains. Chacun avait « fait » sa semaine en entreprise. Les ennemis d'hier étaient devenus des amis solides, le français était parlé par tous et compris de tous. Tous, y compris les femmes du stage avaient un compte en banque et un carnet de chèques personnel. Chacun était plein de forces

nouvelles. J'ai vu là, jour après jour, la paix et l'espoir se construire et demeurer³¹.

L'entraide de ce groupe d'apprenants m'a transformée. C'était un de ces stages intenses que tout formateur garde précieusement toute sa vie dans sa mémoire professionnelle et affective. Bien plus, c'était un moment de lumière, un de ceux où l'on sait que la vie n'est pas inutile.

Que s'était-il passé ? Après tout, je n'avais fait que mon métier. Comment se fait-il que, si longtemps après, ce souvenir soit encore si présent et me serve encore de point de repère dans les moments de désarroi ? La présente thèse a été l'occasion de méditer cette question.

La réponse m'apparaît aujourd'hui clairement : d'instinct, nous avons construit un espace commun. Par-delà les différences, en reconnaissant même ces différences comme des richesses, nous avons vécu un de ces moments fondateurs, celui de la naissance d'une communauté par l'affirmation en actes de ce qui unit.

Pour ce groupe, l'histoire, leur histoire peut être décrite comme jalonnée d'instruments communs de mesure qui, tels les barreaux d'une échelle, ont soutenu leur progression : tout d'abord le balisage du monde que nous avons accepté le premier jour, l'apprentissage du langage et du calcul, l'évaluation de projets et la mise en commun des repas où chacun venait faire apport de son savoir-faire et le partager avec les autres créant ainsi une culture commune respectueuse des apports singuliers. Une culture où chacun est responsable de lui-même et de l'espace commun et reconnu comme tel.

Ici, le projet est l'instrument de mesure de référence, car c'est l'avancement du **projet** et sa mise en actions qui permet au **sujet** de se mesurer au monde.

³¹ Il m'arrive parfois de rencontrer des stagiaires de ce stage à Montauban, l'amitié qui nous lie est au-delà des mots. Le plus souvent un grand sourire suffit et montre combien la paix est toujours là.

Cette expérience me relie aux temps contemporains. Sous l'influence de certains économistes, s'est répandue la croyance délétère que l'exaltation des égoïsmes est la meilleure, voire la seule voie possible pour résoudre les problèmes de société. A travers cette expérience, je peux témoigner que ce n'est pas la suppression des communs, mais au contraire, que c'est leur reconstruction qui permet aux individus de sortir de leur confinement et créer une société où se reconstituent des relations pacifiques de partage, d'ouverture et de reconnaissance.

L'expérience de terrain (1984-1996)

Dire ici l'expérience du monde de l'insertion où je suis restée active plus de dix années, c'est témoigner de ce que j'ai vu. Ici, la pratique et le vécu sous-tendent le travail de recherche. Cette démarche est volontaire. Elle me permet de ne pas oublier ceux qui m'ont montré de solides chemins d'espoir et de lutte contre la déshumanisation du monde. Cette démarche est aussi pragmatique. Ce n'est pas à partir d'un discours que j'énonce ma pensée et que je me positionne en tant que chercheur mais en m'appuyant sur *l'expérience vécue*.

Un réseau humain : des règles consenties et respectées

Le réseau³² dont je parle ici est un réseau humain constitué d'un noyau de personnes qui restent très régulièrement en contact³³. Elles oeuvrent collectivement à une réalisation. Toutes les personnes relais d'un réseau de ce type apportent leurs compétences depuis l'institution où elles sont salariées, l'association où elles sont actives ou encore à titre personnel. Pour régler des problèmes personnels, familiaux ou professionnels au sein d'un réseau dont c'est la finalité, un ensemble de personnes se mobilise pour concourir à la réussite d'un projet personnel ou collectif.

Par exemple, un réseau peut être constitué d'une assistante sociale de la Caisse d'Allocations familiales et une personne relais de la Préfecture qui se mobilisent en un temps court pour qu'un dossier bloqué puisse faire sortir rapidement de l'impasse où elle se trouve une jeune

³² De 1987 à 1989, j'ai participé à un réseau de personnes chargées de l'accompagnement de travailleurs handicapés vers des emplois protégés à l'extérieur d'un Centre d'Aide par le Travail (CAT). De 1989 – 1996 – J'ai développé un important réseau de personnes-relais dans le cadre du RMI – De 1997 – 2002 – Je participe au développement d'un réseau pour la diffusion de la culture métrologique auprès du public et de l'école.

³³ une part des contacts peut se faire par Internet

maman veuve avec trois enfants³⁴. Une autre personne veut passer son permis. Le réseau mobilisé pour ce projet est composé du demandeur de la formation *avant tout*, d'une personne de la DDTEFP³⁵ pour un accord de financement et d'une autre qui est chargée de s'assurer que la personne qui va entreprendre sa formation sera bien accueillie par l'organisme de formation, etc. Ou encore quelqu'un a besoin de soins et demande de l'aide. Une équipe constituée du malade *avant tout*, d'un médecin, d'une assistante sociale et d'un éducateur ou d'une éducatrice spécialisé d'une association d'aide aux alcooliques ou aux toxicomanes peut constituer un réseau. Ces réseaux étant eux-mêmes inclus dans des réseaux plus importants.

Supervision et régulation au sein d'un réseau d'accompagnement de personnes en difficulté

Les personnes relais au sein d'un réseau d'accompagnement social se connaissent car elles ont souvent l'occasion d'agir ensemble. Cependant, côtoyer quotidiennement des personnes en difficulté et les accompagner jusqu'à ce qu'elles puissent reprendre leur destin en main peut être épuisant. La grande misère affective d'une solitude non voulue perturbe gravement l'équilibre moral, physique et psychique des individus qui subissent un phénomène d'exclusion (ou pensent qu'ils en subissent un). La détérioration de la confiance en soi par la violence d'une situation subie et incomprise rend les personnes « malades ». Elles sont souvent abattues, agressives, dépressives, si ce n'est suicidaires. Elles sont souvent dans la peur. Elles ont peur du regard des autres, peur de sombrer dans la folie, peur de ne pas pouvoir se soigner, peur du regard que les autres portent sur leurs enfants, peur d'être devenues inutiles dans cette société qui est *aussi* la leur.

Pour que ceux qui les accompagnent ne soient pas « atteints » par ces peurs et ces dépressions mais gardent leur bonne humeur, gage de santé morale pour eux-mêmes et pour les autres, il est important qu'ils aient des lieux où se ressourcer. J'ai personnellement proposé la mise en place d'une « supervision » au sein de l'équipe avec laquelle je travaillais. Cette « supervision » était un dispositif de régulation volontaire mis en place.

Un travail de « supervision » permet à une équipe plus ou moins large³⁶ de se retrouver régulièrement, d'analyser collectivement une situation familiale ou individuelle particulièrement complexe, de poser des questions et trouver des réponses collectives. Lors de

³⁴ Les exemples sont des situations réelles.

³⁵ Direction départemental du travail, de l'emploi et de la formation professionnelle

³⁶ 2 à 10 personnes environ

ces séances de « supervision », chacun découvre ses propres limites dans son travail avec l'autre, « l'accompagné » qui a besoin momentanément d'aide.

Cette régulation a pour objectif de poser un cadre et un ensemble de règles personnelles et professionnelles de référence. L'ensemble étant lui-même un dispositif négocié, reconnu et adopté collectivement. Il est de fait un espace commun de reconnaissance et de connaissance. Les séances de supervision permettent de construire un cadre de référence où peuvent s'exprimer dans la confiance des émotions vives provoquées par certaines situations professionnelles et sociales difficiles. Nul ne peut occulter les souffrances des travailleurs sociaux lorsqu'ils se trouvent face à des situations qui lui semblent humainement inadmissibles. Et de fait elles le sont.

Pendant plus de cinq ans, notre « gardienne du cadre » est une personne compétente. Thérapeute expérimentée en systémie familiale, J.L. est anglaise. Pour notre équipe, c'est elle qui détermine, en concertation avec les participants, les règles du jeu, le cadre, la régularité des séances de travail.

Le groupe discute avec elle des méthodes et des techniques d'analyse des situations. Pendant ces séances de travail, chacun peut prendre le temps de recul nécessaire pour mesurer l'état de cohérence entre sa pratique et sa théorie dans son activité et ses actions. Il est possible d'y exprimer des doutes, de réactiver des liens, de discuter et confronter des méthodes et des attitudes professionnelles. La supervision fait apparaître, au-delà des pratiques quotidiennes et des formations, un ensemble de problématiques communes à l'accompagnement social de personnes en difficulté.

Ensuite sur le terrain, chaque action, chaque atelier est, par nature, un même cadre spécifique où se retrouvent la régularité, l'analyse de situations, le respect du lien par l'équilibre relationnel entre les personnes. Pour prendre quelques exemples tirés du cadre du RMI, les ateliers que j'animais avaient toujours lieu le même jour et à la même heure. Ils étaient structurés semblablement. Ils fonctionnaient avec quelques rituels et certaines « règles d'or ». Par exemple, il était interdit de dénigrer une personne absente ou d'agresser une personne présente.

Un réseau humain adopte une configuration variable suivant les projets, les personnes et les groupes. Il est constitué d'un *ensemble de relations entre des personnes* qui acceptent de participer collectivement, (régulièrement ou ponctuellement) à la réalisation d'un projet, d'une personne ou d'un groupe.

Les relations au sein d'un réseau vivant, actif, efficace et chaleureux sont un véritable maillage humain qui repose sur une grande tolérance entre les participants □ ainsi ils construisent des relations de confiance réciproque et de responsabilité mutuelle constamment réactivées.

Dans le cadre de mon activité, je pouvais par exemple appeler un médecin et lui demander d'accueillir en urgence une personne dans la journée. Je pouvais demander à des allocataires du RMI qui participaient à divers ateliers d'accueillir un nouveau et une nouvelle arrivante au sein de «leur □ atelier. Et je n'ai pas de souvenir d'un quelconque «mauvais accueil □³⁷. Autant le médecin est capable de diagnostiquer et porter remède à un état pathologique, autant un groupe de personnes, allocataires du RMI, certes, mais adultes responsables au sein d'un groupe peut «soigner □ une personne percluse de solitude. Pour illustrer mon propos, je me souviens d'une personne qui en arrivant dans les ateliers était très fortement médicamentée.

Lorsque je rencontrai pour la première fois Madame S., elle pouvait à peine s'exprimer tellement sa camisole chimique était forte. Son visage était comme englué dans une rigidité peu naturelle. Elle avait des difficultés à articuler. Sa tête et son cou se déplaçaient en bloc, elle n'arrivait pas à tourner l'un sans l'autre. J'essayais de me faire comprendre mais c'était difficile. Je sentais que les mots, pourtant énoncés avec clarté et insistance, avaient du mal à atteindre sa raison. Cette femme me fit penser à un bouchon flottant à la surface d'un océan. Elle semblait entièrement perdue. Je lui demandai de venir tout de même dans un des ateliers. Je pris la précaution de lui remettre un carton avec le nom du lieu, l'adresse et l'heure du rendez vous. Elle vint régulièrement à l'atelier et se lia assez rapidement avec les personnes présentes. J'appris qu'elle rencontrait certains participants en dehors des temps d'ateliers. Bientôt elle redevint coquette, se fit couper et teindre les cheveux. Manifestement elle cessa de prendre autant de médicaments et nous dit bientôt, qu'à part un demi cachet le soir, elle avait cessé toute prise chimique. C'était, nous en convenions tous, une

³⁷ Réciproquement, un participant des ateliers pouvait me demander d'intégrer une de ces connaissances dans nos activités, un médecin ou une équipe de soin pouvait demander d'intégrer une personne sortant d'une cure de soins dans une des activités pédagogiques dont j'étais responsable.

nouvelle femme. Elle nous quitta lorsqu'elle trouva un emploi dans un cinéma d'art et d'essais. Ayant plusieurs années aidé son mari artisan, avant une douloureuse séparation, elle avait des compétences en secrétariat, gestion et comptabilité. Elle disposait d'une solide culture cinématographique et avait retrouvé sa sociabilité naturelle. Madame S. m'a rarement demandé de l'aide ou des conseils et semblait m'ignorer. Elle a construit ces bases de reconnaissance de soi nécessaires pour impulser un mouvement de soi vers soi. Le groupe a été pour elle un réseau compétent et utile. Les conseils et l'aide dont elle a bénéficié pour la construction des étapes et les démarches administratives qu'elle a mis en oeuvre lui ont été suggérés et transmis par les participants des ateliers. Ce passage du désespoir à la vie, si c'est avant tout une performance personnelle, c'est aussi et souvent, une joie collective, un souci en moins.

Une personne momentanément dans une situation économiquement fragile est une chose, une personne ou un groupe de personnes qui sombre de désespoir dans une société qui ne lui donne pas de place et lui enlève sa dignité en est un autre□

Lorsqu'un réseau apporte ses compétences et sa chaleur humaine à une personne momentanément fragile, cela va l'aider à « remonter la pente ». Lorsque cette personne aura acquis de l'assurance, il se peut qu'elle garde un lien avec le réseau d'origine et parfois même devienne un nouveau membre actif. Les participants des ateliers ayant retrouvé leur autonomie et leur bonne humeur sont des repères rassurants pour ceux qui veulent « s'en sortir ». Ils parlent de leur propre cheminement et ils sont entendus. Au bout d'un certain temps, les effets se font sentir. Les doses de médicament diminuent. Les hommes se rasent. Les femmes redeviennent coquettes. Chacun s'ouvre vers soi et vers l'autre dans un mouvement de reconnaissance.

Une personne qui a dépassé ses propres difficultés est souvent bien mieux équipée pour montrer à d'autres qui s'engagent dans leur propre libération que le mouvement est possible, les résultats sont visibles et le plaisir rayonnant. Autrement dit, lorsqu'une main a été tendue, il est rare que la personne qui a pris cette main et qui « s'en est sortie□ne □tende pas à son tour la sienne un peu plus tard à quelqu'un qui en a besoin. C'est une des plus belles leçons d'humanité que m'ont transmises ces personnes momentanément en difficulté que j'ai rencontrées. Dire cette leçon est ma manière de leur rendre hommage et de les remercier.

Reconnaissance et réciprocité de l'échange

Pour illustrer ce changement et montrer encore cette réciprocité de l'échange, je me souviens de Monsieur K.

Monsieur K

Un jour de 1994, une assistante sociale me demanda de recevoir Monsieur K. Cet homme était en France depuis deux ans déjà. Il arrivait d'un village rural de Casamance d'où il avait été chassé par les conflits. Contraint de quitter le Sénégal, il avait plus de 50 ans et ne parlait pas très bien le français. Sans qualification, le seul emploi qui lui avait été proposé était de devenir manoeuvre-maçon. Il n'avait à l'évidence ni le physique ni la santé pour ce type d'activité professionnelle.□

Je vis entrer dans mon bureau un homme fatigué, découragé même. Il était petit, frêle et ses cheveux grisonnants témoignaient de son âge. Malgré ses efforts d'insertion, il n'arrivait pas à trouver sa place. «□'ai essayé□ me dit-il, mais sans succès. Il n'avait plus d'espoir, mais il lui restait sa dignité. Je sentais qu'au fond de lui-même c'était quelqu'un qui continuait à se tenir droit. Malgré son mauvais français, ses vêtements usagés et son regard fatigué, je perçus confusément qu'il avait en lui des ressources d'une autre nature.

Lorsque l'on intervient auprès de personnes en difficulté, c'est dans ces moments que l'attention doit être mise en éveil. Il faut écouter sans préjuger de la réponse, s'apprêter à découvrir une réalité humaine nouvelle et imprévue. Il reconnut que je cherchais vraiment à comprendre. Il me parla de son village. A travers ses mots, même si quelquefois le vocabulaire faisait défaut, je voyais vivre les gens, les liens familiaux, les maris et leurs femmes, les enfants, les litiges et quelques problèmes si semblablement humains aux nôtres, dans une organisation sociale différente de la nôtre.

Soudain, je dus me rendre à l'évidence□ sur le plan des relations humaines, cet homme en savait plus que moi. Déjà, il m'inspirait le respect, je cherchai à

savoir. Il me dit comment il intervenait dans son village et plus loin encore, chargé de la résolution de problèmes familiaux, psychologiques et sociaux quand la communauté faisait appel à lui. Je le voyais tel un thérapeute ou un psychologue porteur d'une culture autre dont j'étais à la fois curieuse et respectueuse□il était marabout, fils de marabout, héritier d'une tradition.

Je lui demandais s'il acceptait de venir dans un atelier d'écritures pour apprendre mieux le français et rencontrer des gens. Il accepta.

Il était toujours à l'heure, calme et souriant. Son regard clair, la profonde et solide générosité de cet homme dans sa relation aux autres étaient d'une grande aide. Les personnes en difficulté sont souvent agitées ou stressées. Monsieur K était capable d'une grande concentration. Sa seule présence transformait le groupe, sans qu'il n'ait rien à dire.

Il avait trouvé sa place. Sa bienveillance et son charisme personnel agissaient en silence. Il aidait par son exemple. Il montrait ce qu'était un homme qui se mobilise pour apprendre à apprendre. Il était autonome et ne demandait que rarement des conseils. Pour les traductions de certains mots, il ne s'adressait pas à moi mais à ses voisins ou voisines de table. Si personne ne connaissait le mot, il allait le chercher dans le dictionnaire. Il ne disait rien de plus que nécessaire, mais progressait vite. Il ne cherchait pas à mobiliser l'attention, mais chacun pouvait sentir *sa présence bienveillante à lui-même*.

Deux mois plus tard, une journaliste vint rencontrer les participants de l'atelier pour réaliser un article à paraître dans le mensuel du Réseau d'Economie Alternatif et Solidaire (REAS□. Il était demandé aux participants, allocataires du RMI, de s'exprimer sur leurs sentiments concernant les activités menées dans les ateliers. Que représentait pour eux le fait d'appartenir à un groupe capable de mener des actions reconnues par l'UNESCO et la Communauté Européenne□

Chacun parla de son parcours personnel et de son action. Lorsque ce fut son tour, il dit de façon claire et forte « Je me présente□je suis Monsieur K. ». D'un

bloc, il expliqua son périple, ce qu'il faisait dans son village. Il dit que les humains ont les mêmes joies et les mêmes souffrances sur toute la planète.

Il dit comment, en venant dans cet atelier et parce qu'il avait pu garder son identité première, il avait appris à mobiliser toutes ses connaissances antérieures pour apprendre le français et connaître enfin, disait-il, «*des choses*», de «*raies choses*». J'entends encore aujourd'hui la profondeur de sa voix et l'émotion qu'elle transmettait. Il expliqua qu'il avait appris à écrire de droite à gauche et qu'il savait depuis peu de temps écrire de gauche à droite et... qu'il pouvait maintenant discuter avec ses enfants de ce qu'ils apprenaient à l'école. Nous étions bouleversés.

*

Que s'était-il passé entre le moment où Monsieur K. vint pour la première fois et son intervention devant cette journaliste ? Cet homme avait préalablement rencontré des professionnels, travailleurs sociaux divers et nombreux. Pour l'institution, Monsieur K. entre dans une «*catégorie sociale*» préétablie : *armiste, immigré, noir et non qualifié*. Il reçoit un numéro de dossier. Ce numéro d'ordre est un numéro «*identifiant*». Sa vie affective, créative, poétique, son histoire, sa connaissance et ses savoirs, sa profondeur d'homme, de père et de marabout, tout disparaît.

Cette réduction dramatique, lorsqu'elle a lieu, dénie la personne en chair et en os, avec ses émotions, ses désirs, ses peurs, ses expériences, ses ressources, ses motivations. La profondeur de l'être humain disparaît derrière un «*statut*» social défini administrativement, sans nuance, ni respect. La personne "entre" dans une catégorie sociale sommaire et réductrice. Mais lorsque l'on a devant soi une personne, c'est un être humain irréductible à un ensemble de données administratives

Dans les faits, l'identité de Monsieur K. était déniée. Le déni est magique, dénier l'autre c'est le faire disparaître. La perte d'identité que génère la déshumanisation d'un individu peut créer des problèmes psychiatriques, voire suicidaires, qui atteignent les personnes les plus sensibles et les plus fragiles. Au contraire, Monsieur K., en étant reconnu, avait pu «*se*» reconnaître et mesurer ses propres ressources à l'intérieur de lui-même pour «*se*» construire dans une culture différente mais par de nombreux aspects semblable à la sienne. Il transmet sa propre

reconnaissance en se présentant aux autres participants, nombreux ce jour-là. Il leur dit la capacité de puiser dans ce que l'on est pour rester droit et devenir un être dont on n'aurait pas pu soupçonner l'existence. Il dit ce plaisir d'apprendre de «*raies choses*» alors que partout ailleurs, il n'était que noir, rmiste, immigré, de plus de 50 ans et sans qualification professionnelle. En se reconnaissant, il avait appris à connaître le chemin de ses propres ressources.

La déshumanisation que génère le traitement administratif et catégoriel (pour ne pas dire catégorique) des humains est à mon avis inadmissible. C'est pourquoi aussi il me semble nécessaire et par tous les moyens de résister à la déshumanisation du monde. Thierry Gaudin soutient que «*la reconnaissance précède la connaissance*»³⁸. Je le sais par expérience. Monsieur K., rassuré et reconnu pour ce qu'il est, devient à nouveau un homme créatif, ingénieux et studieux. Ce qui lui avait été proposé au départ en participant aux ateliers n'était pas d'entrer dans un schéma«rmiste, immigré, noir et pas qualifié» manœuvre maçon, mais dans un chemin de connaissance d'une profondeur respectable en tant que telle«la sienne.

Si j'interprète l'histoire de Monsieur K., en termes de métrologie, je révèle deux questions essentielles«

La première est qu'on ne peut voir la réalité des êtres humains qu'au-delà des instruments de mesure et de classification que la bureaucratie a secrétés. Souvent, les bureaucraties produisent des formalités dont le but affiché est de traiter ces questions, mais qui en réalité ménagent leur propre confort, c'est-à-dire évacuent les problèmes en leur déniaient toute existence.

La seconde, plus importante encore, est que chaque être humain est lui-même porteur d'un système de mesure et d'instruments de mesure. Par sa seule présence, Monsieur K. structurait son environnement. La sagesse ancestrale dont il était porteur rayonnait sans qu'il ait à parler. Et son attitude donnait la mesure de ce qui était à faire dans l'atelier. Il était une mesure, je peux même dire une référence, à lui tout seul.

Madame J.A.

Pour illustrer à nouveau ce que peut générer la reconnaissance en tant que moteur de la connaissance de soi, je pense à une autre personne«J.A.

³⁸ Thierry Gaudin. *L'avenir de l'esprit*. Paris, Albin Michel, 2001, p. 49.

Lorsque j'accepte de tenter d'accompagner J.A., c'est une jeune femme d'à peine une trentaine d'années. Elle a deux enfants de cinq et presque trois ans qui déjà montrent des signes d'instabilité psychologique et de retard scolaire pour le plus âgé. J.A. est décrite au téléphone comme un « cas social » par l'assistante sociale chargée, au niveau de sa circonscription administrative, des personnes bénéficiant d'une Allocation de parent isolé³⁹. Elevée dans un foyer de la DDASS⁴⁰ depuis sa petite enfance, J.A. est « bien incapable » de gérer quoique ce soit de sa vie d'après l'assistante qui l'envoie. Mais sans qu'un seul mot ne soit dit à ce sujet, je peux entendre la personne au bout du fil plaindre cette jeune femme du malheur qui la poursuit. J'entends aussi que J.A., dans son malheur, fait preuve d'une grande vitalité. Elle est bien connue des institutions locales où elle a déjà mené au bord de l'épuisement, voire de la crise de nerf, une demi-douzaine de travailleurs sociaux

« Suivie », pour ne pas dire « poursuivie » par plusieurs services sociaux depuis l'enfance, elle est sous tutelle financière, ses enfants fréquentent un centre médico-pédagogique où ils sont à leur tour « suivis » par des psychologues et des éducateurs spécialisés. Elle est un pur produit de notre système d'assistance, dans lequel elle et ses enfants baignent depuis leur naissance.

Lorsqu'elle vient me rencontrer, je sens que la partie ne va pas être facile car au-delà de son incompetence notoire à gérer ses propres affaires, elle se présente comme une victime. Elle reçoit des allocations diverses et vit cette situation d'assistantat à la fois comme un dû et une fatalité. Bercée de scénarios d'échecs depuis l'enfance, son identité est comme modelée par l'institution. Et comme chacun le sait : une victime de la société a tous les droits. Néanmoins, il se dégage de sa présence une forte personnalité, un esprit vif, une ingénuité et une persévérance hors du commun.

³⁹ Cette allocation est versée au père ou à la mère d'un enfant à naître et jusqu'à ses trois ans quand le parent est seul à élever son enfant et n'a pas que peu de ressource pécuniaire.

⁴⁰ Direction Départementale de l'Action Sociale (DDASS)

Elle possède une indiscutable créativité. Mais au lieu que celle-ci lui serve à s'en sortir, elle lui sert à réaffirmer chaque jour le destin que l'institution lui a prescrit depuis l'enfance, celui de l'échec. Pour reprendre le titre d'un livre connu, elle « réussit à échouer⁴¹ » avec beaucoup de créativité. Cette « victime », je la perçois comme parfaitement capable de réussir fort bien à faire échouer tout ce qui lui est proposé.

Dès le deuxième rendez vous, J.A., malgré son engagement, ne respecte pas le cadre dans lequel s'inscrit notre relation. Pendant des semaines, elle cherche constamment à me pousser à bout par de multiples pirouettes créatives. Par exemple elle ne vient pas le jour convenu. Elle demande un autre rendez-vous et n'y vient pas non plus, ayant comme cela va de soi, un ensemble de bonnes raisons qui sont chacune un signe. Elle doit aller voir je ne sais quel service social à je ne sais quel endroit de la ville ou doit conduire son enfant je ne sais où à quelque autre travailleur social...

Chaque fois qu'elle essaie sans succès de me voir « malgré tout » et en dehors de nos accords, je refuse. J'ai moi aussi plein de bonnes raisons : je suis occupée par ailleurs (même si je n'ai rien d'urgent à faire).

Au bout de quelque temps de ce chassé-croisé plein de sens, elle finit par venir le jour convenu. La deuxième étape est celle où elle vient le bon jour mais pas à la bonne heure. et cela dure encore quelque temps. Elle se plaint à plusieurs assistantes sociales que je ne la reçois pas « alors que je suis payée pour cela ». (Plaintes qui toutefois omettent un certain nombre de détails circonstanciels). Mais je reste ferme et plutôt amusée de la situation.

J.A. comprend assez vite, sans vouloir l'admettre que je ne joue pas de ces jeux pervers qui consiste à « faire tourner l'autre en bourrique ». Elle finit par entendre que nous sommes deux à jouer et que chacune, dans les limites du cadre établi a le droit de tester sa partenaire. Le jeu de J.A. est en partie

⁴¹ Paul Watzlawick. *Faites vous même votre malheur ou Comment réussir à échouer*, Ed Seuil.

involontaire. Elle cherche à être reconnue et malgré l'ensemble pléthorique de travailleurs sociaux qu'elle a réussi à mobiliser sur son cas, elle n'a que peu de relais humains autour d'elle pour y parvenir.

La première action de reconnaissance menée avec elle consiste à provoquer une «**synthèse**»⁴². Le cadre d'une synthèse est institutionnel. J'appelle donc toutes les personnes qui s'occupent de J.A. les unes après les autres, six en tout, pour leur soumettre l'idée d'une synthèse et de son cadre.

Toutes sont d'accord sur le principe jusqu'à ce que je dise que j'ai invité «**Madame J.A.**» à être présente à cette synthèse. C'est le tollé général. Je reste extrêmement ferme pour que J.A. soit présente. Il me semble toujours inconcevable de désirer l'autonomie d'une personne sans qu'elle soit partie prenante des décisions qui la concernent, elle et ses enfants.

Nous sommes bientôt deux, J.A. et moi-même, à défendre le fait qu'elle doit être présente à «**sa**» synthèse. En défendant cette position, elle devient effectivement présente dans sa vie. Elle reconnaît sa propre capacité d'être «**adulte et responsable**» pour tenter d'y voir clair dans cette vie qu'elle dirige finalement si peu. Au bout de plusieurs semaines, la synthèse a lieu. Ce moment est mémorable. Les personnes présentes, assistantes et travailleuses sociales⁴³ se rendent compte à quel point elles sont «**prises au piège**» dans leur relation avec J.A.. Mais au fond, la situation s'avère plus complexe.

En «**infantilisant**» ou «**déresponsabilisant**» cette personne, les professionnels induisent un comportement qui somme toute est assez logique. Face à son image d'incapacité, elle va en rajouter suffisamment pour répondre de façon outrancière à cette image.

⁴² Une "synthèse" est une réunion de travail collectif permettant de faire le point et de prendre des décisions sur la marche à suivre sur un ensemble d'interventions à mettre en oeuvre pour faire "avancer" une situation ou un projet individuel ou collectif.

⁴³ 6 personnes plus la superviseur et moi-même, ce qui fait tout de même 8 personnes !

Après plusieurs heures d'explications, les travailleurs sociaux acceptent conjointement de lui reconnaître le droit d'être une mère de famille et une adulte responsable, même si elle a encore besoin de conseils. Sont envisagées une levée de tutelle et l'entrée possible dans un cursus de formation qu'elle choisira après avoir réalisé avec moi un bilan de compétences. Elle peut (enfin) être responsable d'elle-même. Elle y est autorisée et reconnaissant cette autorisation, elle peut s'autoriser à chercher à être elle-même.

Lors du rendez vous suivant, un projet d'avenir est raisonnablement abordé. Elle veut «faire une remise à niveau» à tout prix. Et lorsque je lui demande pour quoi faire, elle ne sait pas répondre. Je comprends que sa motivation est là mais que sans un cadre, elle se dispersera à nouveau. Je propose de réfléchir avec elle. Pour commencer elle se charge de préparer des fiches qui comportait chacune «Un rêve». Ce rêve est une réponse possible à la question «comment est-ce je me vois dans dix ans». Je lui demande d'inscrire dix rêves et de faire la liste, après réflexion, des avantages et des inconvénients pour chacun d'eux. Je lui dis «Et si votre rêve vous emmène sur la lune, c'est parfaitement votre droit». Lorsqu'elle revient me voir, elle a elle-même compris que ce jeu lui servait à la fois à rêver simplement mais puissamment et qu'en rêvant elle pose par elle-même son principe de réalité et ses propres limites. Elle commence alors à réellement s'organiser. Elle n'est plus jamais en retard à nos rendez- vous et si une obligation l'empêche de venir, elle me téléphone avant pour s'excuser et repousser la rencontre. Se reconnaissant, elle peut s'engager dans la découverte de sa propre connaissance sans avoir peur d'elle-même ni de «Dépasser la mesure». Elle apprend à gérer son temps et son budget. Elle et ses enfants dépendent bien moins des services sociaux. J.A. a trouvé «Sa» mesure. Elle utilise ses solides ressources créatrices pour «se» construire.

*

J'interprète encore ici le cas de J.A. en termes de métrologie. Depuis sa naissance, elle était référencée dans un système de mesure, celui des cas sociaux. Système qui souvent s'auto-

entretient et se conforte naturellement dans la collectivité des professionnels chargés de le assister. Mon intervention a consisté à changer, à trois reprises, la métrologie implicite dans laquelle J.A. et les services chargés de l'aider se trouvaient piégés.

La première fois, ce n'était qu'un signe □ arriver à l'heure, tenir ses engagements pour la chose la plus élémentaire qui soit, l'horaire.

La seconde, c'était en direction des professionnels de l'assistance □ accepter de voir et d'entendre un être humain, au-delà de l'instrument de mesure, somme toute reposant, qu'est le « dossier □ avec les nomenclatures préétablies. La troisième, décisive, fut d'inviter J.A. à construire elle-même sa mesure, au moyen de la liste de ses rêves. Là, il ne s'agit plus d'une mesure imposée de l'extérieur, mais créée de l'intérieur. Ce n'est que la déclinaison de l'étymologie du mot « □autonomie □. Le « □homos □ procède (« □auto □) de lui-même.

Enfin pour illustrer encore mon activité quotidienne de terrain, je désire présenter Madame M. qui m'a laissé un beau souvenir de femme et m'a permis de comprendre que chacun à une « □place □ en tant que sujet.

J'appris avec Madame M. que la reconnaissance de l'autre en tant que sujet responsable de lui-même et co-créateur du monde est fondamentale.

Madame M.

Madame M. fut envoyée par une assistante sociale. Elle était parmi ces quelques personnes qui venaient geindre dans mon bureau et à qui il fallait expliquer un certain nombre de choses. Je commençais par la prévenir que je n'étais pas psychologue et que je n'avais pas de carnet de chèque à ma disposition. Cependant nous pouvions essayer de résoudre « □ensemble □ quelques-uns de ses problèmes, s'ils étaient clairement énoncés. M. m'entendait, je le voyais à ses gestes, mais continuait ses lamentations qui semblaient lui être nécessaires pour exister dans le monde de l'insertion. Pour elle tout était dramatique □elle ne comprenait pas bien le français (alors qu'elle s'exprimait de manière tout à fait intelligible), son mari était au chômage, ses enfants manquaient de tout pour l'école.... En guise de conclusion, elle me dit sur un ton théâtral et désespéré □ « mettez vous à ma place, madame □. Alors je me levai tranquillement, je fis le tour du bureau et lui demandai sans autre explication de se lever. M. me demanda surprise, « mais qu'est ce que vous faites □ □. Sans lui répondre, je la pris gentiment par le coude et l'accompagnai de l'autre côté du bureau en lui demandant de bien vouloir s'asseoir dans le siège que je venais de quitter. J'allais ensuite m'asseoir « à sa

place. Je lui dis « Oh bien voilà, je suis à votre place. Que fait-on maintenant ». Elle éclata de rire. Nous pouvions enfin commencer à communiquer réellement. Nous restâmes ainsi jusqu'à la fin de l'entretien. Ce n'était plus un monologue sur de vastes malheurs personnels, mais un dialogue sur des possibilités, des envies et des projets.

J'utilisais cette mise en scène à plusieurs reprises avec d'autres personnes, et chaque fois j'obtins un même résultat. L'inversion de la relation se produisait, du seul fait que le signe, car ce changement de place n'est qu'un signe, avait été donné. L'univers réel restait ce qu'il est, et la situation objective de chacun n'avait pas changé. Mais la relation pouvait s'inverser, parce que son contenu symbolique avait été modifié. L'autorité était désormais partagée, et la responsabilité aussi. Quel est le rapport avec la métrologie ? On ne peut pas dire que la table tient lieu d'instrument de mesure, mais plutôt que, en rendant la situation symétrique, les participants se sont placés dans une relation d'objectivation⁴⁴ qui est celle des constats métrologiques. En effet, lorsque deux personnes constatent le résultat d'une mesure, ne sont-elles pas nécessairement dans une relation « d'objectivation » ? Madame M. est passée d'un état d'« assistée » à celle de sujet responsable.

L'état naissant et la pédagogie mutuelle

Lorsque je suis intervenue auprès de personnes en difficulté c'était un choix. J'ai trouvé auprès d'eux une profondeur et une vérité humaines que j'ai partagé comme on partage l'eau ou le pain sur la route.

Peut-être n'est-ce pas la place dans un document de thèse de parler d'amour et pourtant je prends le risque de soutenir que j'ai éprouvé avec ces personnes l'état naissant dont parle Alberoni . « L'état naissant révèle l'être qui dit « Qui ». Ce « Qui » génère une attitude de grande attention de l'un à l'autre, une sorte de vigilance, d'éveil, d'écoute, d'ouverture, de présence et de générosité.

Ce « Qui » n'est ni une configuration d'osmose ni celle d'un état fusionnel mais une humanité profonde qui se dévoile, qui se reconnaît et qui accepte « Sa » profondeur sans mensonge. Car seul celui qui a tout perdu peut mesurer l'ampleur de la générosité humaine et percevoir la présence d'un « Espace commun » où la confiance et la reconnaissance s'expriment de manière sublime.

⁴⁴ (adulte-adulte, diraient les adeptes de l'analyse transactionnelle)

⁴⁵ F. Alberoni. *Le choc amoureux*. Ed. Ramsay, Paris, 1979. p. 39.

«Si l'amour est réciproque, l'être aimé dit oui et redit oui. Le temps s'écoule toujours, le désir renaît et rencontre à nouveau son objet. [...] La conscience découvre qu'elle ne peut choisir ce qui est sans valeur, ce qui n'est pas le bien. Elle comprend qu'elle ne peut vouloir que le bien, que la vie empirique ne vaut rien comparée au bien, au bien en soi. Désirer ce bien absolu abolit toute peur du futur. Chaque rencontre pourrait être la dernière. [...] Voilà, pourquoi résonne toujours dans l'amour, à côté du bonheur, une note de tristesse quand nous «suspendons» le temps nous savons qu'en même temps nous sacrifions toutes nos certitudes et toutes nos ressources. «Suspendre» le temps c'est connaître le bonheur mais renoncer à diriger le cours des choses, à être son propre maître, c'est abdiquer tout pouvoir et perdre tout orgueil.»⁴⁶

Dans cette configuration, de réelles actions collectives sont possibles. Elle porte en elle-même sa propre capacité à créer, susciter, engendrer, réaliser, produire, générer, faire émerger un espace commun où chacun est reconnu nécessairement présent pour co-crée le monde. Ce point de vue, je l'appuie sur une expérience professionnelle et personnelle. C'est une attitude plus qu'une méthode. C'est volontairement ne pas entrer dans le schéma relationnel où il y aurait un sujet qui connaît la chose connue et d'autres non, mais de se positionner dans un cadre de «pédagogie mutuelle».

La notion de pédagogie mutuelle se crée entre deux ou plusieurs personnes. Cette notion dépasse l'idée de nomenclature sociale, de «classement administratif» ou des «catégories socioprofessionnelles» pour retrouver l'humain, son authenticité, sa profondeur, ses détresses et ses rêves. La création de tels «espaces communs» n'existe que parce que la confiance est possible entre les humains et même au-delà avec certains animaux

La pédagogie mutuelle fonctionne lorsqu'elle crée de l'expérience, de l'émotion et de nouvelles connaissances partagées. Le principe est de construire ensemble des règles d'un jeu équilibré où chaque « joueur » s'inscrit dans un mouvement « donner-recevoir». Chacune des personnes accepte par avance d'être porteuse de sens, de connaissances, d'expériences de vie et de désirs au sein de l'espace commun.

La «pédagogie mutuelle» est basée sur une relation «égaleitaire» où chacun est aussi éloigné des savoirs et des savoirs-faire et de l'expérience de l'autre que l'autre des siens. Dans cette relation, il n'y a pas à priori celui qui sait «tout» et celui qui ne sait «rien». Il y a deux ou plusieurs personnes qui sont dans une relation et une pratique «d'échange réciproque de savoirs»⁴⁷.

⁴⁶ F. Alberoni. *Opus cit.*, pp. 40-41.

⁴⁷ Référence au Mouvement d'échanges réciproques de savoirs. (MERS)

La qualité des rapports qui entre dans cette relation n'est pas évidente ni simple. Elle nécessite une confiance « vraie ». Pour illustrer simplement l'idée de cette confiance, elle ressemblerait à ce jeu du Théâtre de l'Opprimé auquel j'ai participé à Cerisy en mai 2002⁴⁸. Les règles sont les suivantes : au sein d'un groupe composé de plusieurs personnes, des « couples » se forment. Dans chaque couple, l'une des personnes « guide » l'aveugle, et l'autre le « guide » à travers un parcours semé d'embûches en n'ayant qu'une seule possibilité : celle de prononcer doucement son prénom pour la (le) diriger. Pendant que le chemin (qui semble long) est parcouru, le « guide » doit éviter que son « aveugle » ne se cogne aux autres couples qui circulent tous dans les mêmes conditions⁴⁹. Au bout d'un moment, les partenaires inversent leurs rôles.

Être tour à tour « guide » et « aveugle » est une manière d'illustrer ce qu'est une relation de pédagogie mutuelle basée sur la confiance et la bienveillance partagées.

Enseigner à devenir autodidacte à des personnes désorientées

Enfin la réalité de ma vie professionnelle repose sur le fait que pendant plus de dix ans dans une durée dépassant rarement six mois, des apprenants, quelquefois analphabètes et le plus souvent à peine lettrés, devaient acquérir suffisamment de savoir-faire pour progresser par eux-mêmes, assumer une vie personnelle, familiale et professionnelle autonome et réussie.

Si ces apprenants sont positionnés dans le cadre de programmes scolaires préétablis, ils ne « savent pas grand-chose ». Mais si mon choix est de m'appuyer sur leur potentiel de développement et leurs propres capacités d'apprendre alors ils savent « beaucoup ». En général, ils n'ont que six mois pour construire un ensemble de connaissances de base et acquérir les savoir-faire indispensables qui leur seront nécessaires pour assumer leurs responsabilités face à eux-mêmes dans l'acte d'apprendre et face à la société dans laquelle ils sont citoyens et responsables, même s'ils n'ont pas le droit de voter. L'urgence de la situation les oblige à devenir (très) vite des autodidactes. Parmi les gens qui n'ont pas fait de grandes études et même parfois pas d'études du tout, ou chez tout autodidacte, le plaisir d'apprendre est contenu dans ce mouvement de l'esprit qui « s'autorise ». Et la qualité première d'un autodidacte est son honnêteté personnelle ou son authenticité. C'est la base même de sa « métrologie personnelle ».

⁴⁸ Jeu du Théâtre de l'Opprimé

⁴⁹ Par ailleurs chaque « guide » doit parler très doucement pour n'être entendu que de son « aveugle » pour ne pas perturber par trop de bruit la progression des autres tandems.

L'autonomie de l'autodidacte ne s'acquiert pas sans rigueur ni méthode. En effet, si quelqu'un arrive d'un autre pays ou est empêtré dans une situation d'échec scolaire ou social⁵⁰ et désire apprendre en six mois quelque chose qui lui servira toute sa vie, il lui importera de trouver rapidement quelles sont ses ressources mobilisables et ses limites pour poursuivre seul une voie de la connaissance sans se perdre, ni se décourager.

Transmettre une capacité à devenir autodidacte n'est pas chose facile. Chacun est différent et c'est en s'appuyant sur ce qu'il a de plus intime et de plus singulier que l'individu devient autodidacte. Il met en œuvre un ensemble de compétences qu'il est le seul à être capable de mobiliser et de mesurer. Ce qu'il convient de créer, à mon avis, ce sont les conditions du mouvement. Et pour que ce mouvement se produise, une motivation est nécessaire.

La première action à mener pour qu'un mouvement de reconnaissance se produise est de restaurer une confiance en soi. Une personne ou un groupe qui n'a pas confiance en soi est comme «paralysé», «immobile», «confiné». Un mouvement doit se produire, une sorte de nouvel accord avec soi-même est nécessaire pour passer de l'espace de référence où «l'on ne sait pas», «l'on ne peut pas», «l'on ne veut pas» à celui où l'on ne sait pas mais où l'on a envie de savoir. C'est là qu'apparaît la motivation qui permet de surmonter le principal obstacle au mouvement d'autonomie : le manque de confiance en soi.

La reconnaissance de soi c'est aussi connaître la nature de ses ressources disponibles et les limites de celles-ci. Il s'agit d'apprendre ce dont on a besoin pour gérer son quotidien, et en apprenant cela, suivre sa propre démarche d'acquisition. Apprendre à lire une carte d'horaire par exemple devient le support d'une conscientisation et d'une mémorisation d'un processus d'acquisition. L'acquisition est «réelle» lorsqu'elle est transposable. Savoir lire une carte d'horaires peut d'élargir à : savoir lire n'importe quel tableau à double entrée.

En partant de l'expérience, j'ai mis au point une «méthode» pour favoriser un mouvement d'autonomie. Ma «méthode» se définit en quatre phases :

Première phase : entrer en relation

C'est un moment de première rencontre. Je cherche à avoir une bonne relation avec la personne ou le groupe. Il est fréquent à ce stade que de part et d'autre un ensemble de relations de séduction manifeste la volonté de construire un espace de sympathie mutuelle. Je

⁵⁰ Ou les deux

laisse la personne ou le groupe s'exprimer largement en posant des questions et en tentant de cerner au mieux les motivations de la personne ou du groupe avec lequel je suis en interaction. En tant qu'intervenante extérieure, mon action n'est pas neutre.

Seconde phase : occuper le terrain

Alors que la personne ou le groupe s'attend à ce que je pose un même cadre que l'intervention précédente, au contraire, j'interviens avec énergie. Face à la personne ou à au groupe, je vais «prendre toute la place» disponible dans l'espace commun. Je sature la relation tout en étant consciente des réactions qui se manifestent. En général les personnes en face de moi sont subjuguées. Il est vrai que je tiens des propos qui «font rêver» qui «font vers le haut» qui «s'envolent». J'utilise autant que possible un vocabulaire et des tournures de phrase qui ne sont non pas que les miennes mais, autant que possible celles utilisées habituellement par les personnes à qui je m'adresse.

Je fonctionne «à fond» et complètement persuadée que nous allons réussir ce que nous entreprenons, même si je ne sais pas encore de quoi il s'agit ! Ma motivation est profonde ... parce que j'y crois *vraiment*. J'invite les personnes présentes à entrer dans le jeu qui consiste à y croire, même si nous n'avons pas encore défini de projet. Je suis des pistes parfois timidement exprimées lors d'une première rencontre et les extrapole. En un mouvement rapide et avec une attitude d'écoute active et d'attention profonde, je pousse l'autre ou les autres à s'exprimer sur eux-mêmes, à dire leurs rêves, ce qu'ils aimeraient faire ou ne pas faire, leurs motivations mais aussi leurs doutes et leurs «incapacités» sans toutefois leur laisser le temps de le faire. J'ai réponse à tout, même si la question n'a pas été encore formulée, rien ne me semble impossible, en effet à ce stade, rien ne l'est. Je sens arrivé ce moment particulier où chez la personne ou dans le groupe s'équilibre un mouvement qui va d'un enthousiasme partagé à une interrogation «quand vais-je tenter de prendre le pouvoir» Mais mon attitude ne va pas dans le sens de la prise de pouvoir.

Troisième phase : le retrait

Au contraire, j'invite à prendre l'initiative. Subrepticement, je choisis l'instant où me mettre en retrait. L'objectif de cette troisième phase est de faire en sorte que l'autre, ou le groupe, sorte de son confinement pour avancer dans un chemin qui n'est pas encore balisé. Mais je sais d'expérience que c'est en avançant sur le chemin que les repères se mettent en place.

Je deviens attentive, mais reste silencieuse. Je laisse l'autre ou le groupe prendre «la» place au sein de l'espace commun. Mon attitude préalable a créé les conditions qui font que la

personne ou le groupe jusque-là entraîné par mon énergie, continue le mouvement que je viens de laisser en suspens.

Cette découverte est un passage. Quand le mouvement se produit, même si quelquefois il faut attendre longuement et réitérer l'expérience plusieurs fois, il flotte dans l'air une sorte de sensation nouvelle □ les personnes se sentent capables « De bouger des montagnes □... C'est alors que je leur laisse le champ libre.

Le manque de confiance a disparu. Le mouvement créatif est plus fort. Il fait oublier à chacun ses incapacités et ses scénarios d'échec. La personne ou le groupe est comme pris par une danse. La conscience s'éveille et une réalité nouvelle prend forme. Un ensemble de projets émerge... Un chemin de reconnaissance est balisé.

Le bon sens apparaît, s'exprime et s'harmonise. Je peux alors disparaître du jeu car chacun sait que le mouvement à venir ne dépend finalement pas de moi. Je n'en ai été que le catalyseur.

Quatrième phase : Partager la méthode

Les personnes en difficulté, avec qui j'utilise cette méthode, souvent, en découvrant les compétences qu'elles ont été capables de mettre en œuvre, deviennent de véritables « moteurs □ pour les autres. Elles ont la volonté de « Philiter □ pour montrer que si elles y sont arrivées d'autres peuvent y arriver aussi. « Y arriver □ est ici sortir de son confinement, de son isolement, être reconnu en tant que jeune ou adulte responsable, avoir acquis des techniques d'évaluation et des méthodes de réalisation, être capable de prendre une place dans la société, être reconnu dans sa différence, reconnu comme être actif, chaleureux et conséquent, être vivant et capable de transmettre à d'autres l'idée qu'une « Seconde naissance □ est possible. Une fois l'autonomie reconnue, donner à l'autre le désir de sortir de sa propre « Galère □ pour se donner et donner au monde la réalité d'un être neuf, reconstitué, fort, fier, digne et droit. Donner le plaisir d'être soi et entier *malgré tout* en se reconnaissant capable de co-crée le monde. La preuve que l'on a vraiment « Grandi □, c'est quand on a envie de partager « Naturellement □ ses connaissances et son savoir parce que l'on a réellement acquis quelque chose.

Cette « méthode □ n'est pas figée. Elle peut réussir ou échouer. Mais je l'ai expérimentée de nombreuses fois. Pour des personnes désorientées se reconnaître et avoir confiance en soi passe par la reconnaissance de ses ressources disponibles et les limites de celles-ci. Il s'agit

d'apprendre ce dont on a besoin pour gérer son quotidien, et en apprenant cela, suivre sa propre démarche d'acquisition. Apprendre à lire une carte d'horaire par exemple devient le support d'une conscientisation et d'une mémorisation d'un processus d'acquisition.

Dans le monde où nous vivons, ces qualités d'autodidactes ou de conscientisation des modes d'apprentissage sont, me semble-t-il, essentielles.

Elles naissent de l'expérience et construisent les éléments de ce qui est une sorte de «*théologie personnelle*». L'étalon que l'on se donne est une référence qui fonctionne pour soi.

À travers le temps, mes méthodes d'enseignement se sont adaptées aux publics et aux circonstances. Mon objectif est de faire en sorte que la personne apprenante atteigne sa propre autonomie d'apprendre en un minimum de temps. Face aux apprenants, j'explique que le but n'est pas tant d'apprendre des contenus mais, en apprenant des contenus, de conscientiser sa propre manière d'apprendre.

Voici quelques d'exercices d'éveil réalisables même avec des groupes de personnes de niveaux hétérogènes.

Pour faire prendre conscience aux apprenants des canaux de perception qu'ils ont chacun à leur disposition pour mémoriser, j'explique ce qu'est la mémoire auditive, visuelle, olfactive, gustative et kinesthésique et invite chacun à reconnaître au fond de soi avec laquelle de ces mémoires il se sent le plus à l'aise. J'explique comment mes cours sont construits pour mobiliser les divers sens et créer l'équilibre entre les différents modes de perception (au moins en ce qui concerne les sens de l'ouïe, de la vision et du geste ou du toucher).

C'est en expliquant aux apprenants ma propre manière d'enseigner que je donne à la fois le droit de critiquer et celui d'intervenir directement sur l'enseignement afin de partager une part de la responsabilité de l'apprendre. La déconstruction de ma méthode permet à l'apprenant de se l'approprier, de la reconstruire et éventuellement de la critiquer. Suivant l'idée que «*On ne démonte élégamment que ce que l'on est capable de construire*»⁵¹, lorsque les apprenants sont capables de déconstruire une méthode, comme ils y sont invités, ils ont acquis une

⁵¹ BEDIN (L.) *Lire le Protagoras*. Ed. Les belles lettres, Paris, 1975, p.102

capacité nouvelle qui est celle qui consiste à décoder un message et éventuellement y repérer les pièges. Ils sont aussi capables de construire eux-mêmes des messages et d'être compris.⁵²

Ils acquièrent la capacité de communiquer et celle de participer à l'amélioration d'une méthode de transmission dont ils ont bénéficié et qui grâce à leur apport sera plus efficace pour d'autres qui en bénéficieront à leur tour.

Ces techniques pédagogiques sont apparentées aux « appels à contributions » pour le développement des logiciels libres sur Internet. La base de cet enseignement est une manière de donner à des personnes qui ont peu de temps à consacrer à apprendre dans un cadre institutionnel de formation, les moyens d'être de bons autodidactes en sortant d'un lieu où ils sont venus apprendre à être autonomes.

Cet enseignement nécessite que l'enseignant ou le formateur ne se situe pas sur un piédestal d'où aucune critique de son enseignement ne serait possible depuis le « bas » mais dans une situation d'égalité où chacun a à apprendre quelque chose de l'autre et des autres.

Conclusion

Si la loi permet, depuis les années 90, à la praticienne que je suis de présenter une thèse d'Université, ce n'est pas seulement pour ouvrir une nouvelle voie de promotion sociale, c'est aussi avec l'intention que les praticiens, en apportant leur expérience à l'Université, participent d'une manière nouvelle et originale à son travail théorique. N'est-il pas clair, en effet, que toute théorie est théorie de quelque chose et il y a beaucoup à espérer que ce quelque chose soit une pratique vécue, décantée par plusieurs années d'expérience.

Dans ces conditions, il ne faut pas non plus attendre que la théorisation qui en résulte se présente d'une manière habituelle ou ne se rattache à une école de pensée préexistante. Elle faillirait à son rôle en se conformant à des interprétations préétablies. Son devoir est de maintenir jusqu'au bout l'humilité devant la pratique et de rechercher sans cesse l'apport original que cette pratique peut apporter à la théorie.

Gregory Bateson, lorsqu'on l'interpellait sur des concepts ou des positions théoriques, avait coutume de répondre « ça me rappelle une histoire ». Souvent cette « histoire » en disait plus

⁵² Ce qui est souvent difficile pour des personnes peu scolarisées et qui ont de ce fait souvent une vision négative d'eux-mêmes lorsqu'ils doivent s'exprimer oralement et par écrit, alors que souvent ils dessinent ou bricolent avec art et ingéniosité.

qu'une construction théorique, elle était mieux mémorisée et sans doute aussi plus juste au niveau des fondements, tant il est vrai que les notions les plus générales se révèlent, non comme texte, mais dans un contexte, c'est-à-dire dans des cas particuliers.

Les exemples que j'ai cités n'est pas une manifestation de subjectivité. Ils représentent le résultat d'un travail d'objectivation progressive qui m'a conduit à les identifier comme exemplaires. Néanmoins il n'est pas possible de les réduire à un énoncé théorique et, pour que leur exemplarité soit clairement comprise, il est nécessaire d'en faire le récit, chacun dans son contexte. Cette présentation par l'exemplarité me paraît capable de rendre compte d'expériences de terrain comme la mienne. N'est-ce pas d'ailleurs pour les mêmes raisons, le mode de transmission du savoir qu'utilisent la médecine, l'éthologie, la psychanalyse, les sciences de la gestion et bien d'autres disciplines, là où les mesures statistiques sont impuissantes à rendre compte de la réalité?

Les deux premiers cas que j'ai choisis, ceux de JR et de P., parmi les centaines que j'ai en mémoire, sont là pour faire percevoir, à l'occasion d'un récit particulier, deux notions théoriques nécessaires à la compréhension de l'essence de la métrologie.

La première est celle de **confinement**. Comme le montre le cas JR, le confinement se maintient bien après que la contrainte qui l'a institué ait disparu. Le confinement intériorisé par le sujet modèlè sa personnalité et oriente ses énergies. En termes de mesure⁵³, le confinement est une restriction du domaine mesurable qui se présente souvent comme une priorité, voire une exclusivité accordée à une mesure particulière. On peut à son sujet évoquer le conte soufi de l'homme qui cherche ses clefs sous le réverbère, alors qu'il les a perdues chez lui où il fait noir. Il faut aller plus loin et oser assumer que «**ous sommes tous des JR**». Chacun a des domaines de prédilection où ses mesures sont attentives et d'autres où elles sont négligentes, et cela souvent se renforce avec l'âge.

Transposée au niveau social, la notion de confinement mène à des lectures critiques—prenons par exemple le registre de l'économie. Cette discipline, jusqu'à récemment, admettait comme seul instrument de mesure la mesure comptable. Son champ de vision était donc confiné au domaine des biens commercialisables⁵⁴, évalués à leur prix de marché. Et, en application de la

⁵³ Dans le langage de la théorie de la mesure de Laurent Schwartz, le confinement équivaut à une mesure égale à 1 dans le domaine permis et à 0 partout ailleurs.

⁵⁴ Même si, pour pallier les cas où il n'y avait pas de marché réel, elle en invente de fictifs.

règle du réverbère, cette métrologie est devenue dominante au point de prétendre régenter la planète.

Le cas de l'éducation offre également un champ de recherches immense – ses mesures, celles qui concernent les apprenants d'une part et celles qui concernent les enseignants d'autre part évoluent très lentement et restent dans un registre étroit. Il en résulte que l'ensemble du système éducatif est confiné par sa métrologie. Et, comme il a été dit, il semble qu'une fois qu'un confinement fonctionne, il faut des circonstances exceptionnelles pour que le «Sujet» puisse s'en libérer.

Le cas de P. indique une voie de **libération**. Le changement n'y est pas induit par un discours théorique. Il est induit, à la manière de l'induction d'un courant électrique, par une pratique instituante, laquelle se consolide en s'appuyant sur une métrologie personnelle, inventée pour la circonstance. Celle-ci permet au sujet de baliser un territoire jusqu'alors inconnu et source de crainte. Elle ne s'appuie pas sur des instruments sophistiqués, mais sur des repères modestes et quotidiens, ancrés dans la réalité sensible⁵⁵. Ceux-ci fonctionnent comme une métrologie personnelle permettant de baliser l'avancement d'un projet libérateur.

La notion de «**métrologie personnelle**» que j'introduis à cette occasion apparaît comme un «Précurseur» de la métrologie sociale, d'abord marchande puis scientifique après la Révolution Française. Il me semble en effet que la référence, considérée comme allant de soi, à un système officiel d'étalonnage, restant dans une conception institutionnelle de la mesure, ne permet pas d'accéder à l'essence de la métrologie, laquelle se situe à un niveau plus profond, celui du cognitif et de sa dimension affective.

La fréquentation des personnes en difficulté m'a permis d'apprécier l'ampleur de la désorientation contemporaine des individus et des groupes. Devant des êtres qui ne savent plus où ils vont ni même qui ils sont, des actions et des mesures spécifiques et personnalisées sont nécessaires. Elles leur permettent de reconnaître leur existence et leurs talents.

Les autres cas présentés – celui des réfugiés, de Monsieur K, de Madame JA sont des illustrations d'un mouvement instituant une métrologie spécifique venant à l'appui d'une progression, une sorte de combat contre une métrologie instituée enfermant les êtres vivants dans un corset bureaucratique. Dans tous ces cas, j'ai orienté ma présentation, non vers la

⁵⁵ Dans le cas de P., les horaires de transport lui servaient de repère.

description des dysfonctionnements, mais vers certaines voies de résolution que j'ai pu observer.

Cela me permet de dégager de cette expérience une **méthode**⁵⁶ répondant à la question suivante □ comment, en s'appuyant sur l'imaginaire des sujets, construire une métrologie personnelle capable de les accompagner dans leur progression et, dans le même mouvement, enclencher chez eux une démarche autonome d'apprenant autodidacte □

Il s'agit là d'un enjeu considérable, car si l'on en croit les prospectivistes, les technologies futures seront de plus en plus utilisées par des autodidactes, comme cela se voit déjà sur Internet. Je ne réponds pas, il s'en faut, à toutes les questions de formation des autodidactes, j'apporte juste un témoignage de praticienne et un savoir-faire de terrain. Je témoigne que beaucoup de personnes en difficulté ont en eux des ressources d'humanité, d'intelligence, de bon sens et d'autonomie lorsqu'il s'agit d'un projet de reconnaissance mutuelle et d'intérêt universel.

⁵⁶ En référence à l'étymologie *méta odos* : le chemin qui mène au loin.

LA MÉTROLOGIE PERSONNELLE

Le travail présenté repose sur une persévérante recherche de pistes historiques de constructions pacifiques prouvant qu'au-delà des différences culturelles, il existe des moyens, des chemins de pacification entre des groupes de cultures différentes. Un de ces chemins est la métrologie. Cependant, la notion de métrologie s'élargit ici. Je ne parlerai pas uniquement de métrologie transactionnelle qui régule les échanges depuis au moins 5000 ans, ni que de métrologie scientifique ou science de la mesure associée à l'évaluation de son incertitude mais j'ajoute la notion de métrologie personnelle comme un chemin de reconnaissance et de connaissance de soi vers soi et de soi vers les autres, de soi dans son environnement.

La métrologie transactionnelle naît en Mésopotamie, il y a 5000 ans. Quelques-uns des principes métrologiques mis en œuvre à cette lointaine époque sont encore présents dans la culture métrologique actuelle.

Nous partageons aujourd'hui encore une commune mesure avec les «**anciens habitants de la Mésopotamie**⁵⁷» ayant vécu 3 millénaires avant notre ère. Les mesures du temps, la semaine de sept jours, la division de la journée en heures, minutes et secondes ont une même base sexagésimale. Nous divisons toujours comme eux le cercle en 360 et calculons les angles comme ils le faisaient. Comme eux, des «**références**» sont définies pour les unités fondamentales de longueur, de masse, d'intensité électrique, de quantité de matière ou d'intensité lumineuse...Et, c'est à partir de ces références que les professionnels matérialisent un objet particulier l'étalon. Un des plus anciens connu est le «**Talent de Babylone**», 2650 ans avant JC, unité de poids.

La métrologie scientifique fut nommée en 1780⁵⁸. L'art de la mesure devient la science de la mesure. Ce qui ne veut en aucun dire que la métrologie scientifique n'existait pas avant 1780 mais elle n'était pas nommée. En effet, le terme «**métrologie**»⁵⁹ apparaît la première fois dans l'introduction de l'ouvrage de PAUCTON, «**Métrologie ou traité des Mesures, Poids et**

⁵⁷ Selon l'expression de Jean Bottéro dans son ouvrage *La Mésopotamie*. Gallimard, Paris, 1987, 552 p.

⁵⁸ Fait attesté par Aimé Pommier, Secrétaire général de la Société Métrique de France (SMF).

⁵⁹ «Métrologie» N.F. (1780) signifie «Science de la mesure» – Le Robert – Dictionnaire historique de la langue française. Dir. Alain Rey. 1994, p. 1236.

Monnoies des Anciens peuples et des Modernes»⁶⁰. La métrologie scientifique étudie tout ce qui concerne les unités de mesure, les étalons, les méthodes de mesure et les calculs d'incertitude. Elle est présente dans la plupart des domaines de l'activité quotidienne.

La métrologie personnelle est constituée d'un ensemble de «*sensations personnelles*» une *mesure ressentie*»⁶¹. Cet ensemble de mesures est raccordé à des étalons intimes en évolution constante. Personne d'autre que l'individu lui-même ne peut gérer cette métrologie intime. Je pose la «*métrologie personnelle*» comme étant première car elle est liée au vivant qui apprend à se reconnaître et à reconnaître son environnement pour rester en vie et évoluer. C'est en travaillant auprès de personnes démunies et désorientées que j'ai pris conscience de l'existence pour chacun d'une métrologie personnelle.

Au-delà des capteurs qui sont l'œil, la main, il y a la conscience d'un schéma corporel à la base de notre métrologie personnelle. Nous allongeons le bras pour attraper tel objet à telle distance ou nous savons d'instinct que nous allons devoir avancer d'un ou deux pas pour atteindre cet objet en tendant le bras. Mais tout aussi bien, le primate expérimenté mesure ses chances avant de se lancer d'une branche à l'autre sans risquer de tomber en ratant son accroche. Sa métrologie personnelle lui permet de mettre en rapport la distance qui le sépare de la branche qu'il vise, sa capacité de saut et les risques encourus.

Les performances des animaux sont, pour les humains, un sujet permanent d'admiration, d'étonnement et aussi de recherche. Cependant la plupart restent encore mal connues. Au milieu du XX^e siècle, Von Frisch, au terme de patientes observations, avait réussi à comprendre comment les abeilles se transmettaient l'information sur la localisation des fleurs et l'abondance de leur pollen. La complexité des architectures d'insectes bâtisseurs est étonnante. La précision du repérage des oiseaux ou des cétacés migrants, reste mystérieux, de même que l'aptitude d'un gibbon à anticiper sa trajectoire dans son déplacement de branche en branche. Je n'irai pas plus loin en ce qui concerne les perceptions animales. Je note seulement que les chercheurs ont repéré que ces perceptions débordent largement le cadre de celles des humains» par exemple, certains insectes perçoivent les ultraviolets, les serpents perçoivent les infrarouges, les chauve-souris les ultrasons, qui leur servent à se repérer dans l'obscurité, et les cétacés les infrasons...

⁶⁰ Paucton. A. J.P. *Métrologie ou traité des Mesures, Poids et Monnoies des Anciens peuples et des Modernes*. Paris, chez la Vve Desaint, 1780. 956 p.

⁶¹ Référence au Maître d'armes

Ces quelques exemples montreraient qu'une activité de mesure est universellement partagée mais qu'elle ne se pratique ni ne s'exprime de façon uniforme en ce qui concerne la «*métrologie personnelle*».

Alain Berthoz dans son ouvrage *Le sens du mouvement*⁶² montre comment chaque individu ou les animaux mettent en œuvre une quantité infinie de capteurs et de dispositifs de traitements de mesures personnelles pour se déplacer.

Pour illustrer cette «*métrologie personnelle*» d'autres façons, dans la cuisine par exemple, la pincée ou la poignée de sel que le cuisinier ou la cuisinière utilise est dosée selon l'expérience ou l'habitude. Si la poignée est trop grande, le repas sera immangeable, si elle est trop légère, le met sera insipide. L'«*étalon*» que l'on utilise est issu d'une somme d'expériences singulières. Il «*existe*» pour soi sans pour autant être matérialisé. La durée de cuisson ou le temps de repos de certains mets demandent une métrologie qui n'a pas grand-chose à voir avec celle du système international d'unités, ce sont pourtant des processus d'évaluation qui sont de même nature. Ces approximations personnelles peuvent se décliner en grammes ou en heures, minutes et secondes.

Les entreprises ont elles aussi des mesures d'approximation apparentées à une métrologie personnelle. Un chef d'entreprise d'une fabrication artisanale de fromages de chèvre nous dit combien la «*poignée*» de sel, qui varie suivant la personne et même l'humeur de la personne qui sale le caillé, sera un des critères de qualité apprécié par les clients. Les fromages, bien que très semblables, n'ont pas éternellement le même goût. Cette infime différence donne une identité à l'entreprise qu'elle ne pourrait pas avoir si tous les procédés de fabrication étaient robotisés. Un directeur de lycée technologique agricole nous dit combien il est difficile de transformer des recettes familiales pour l'industrie agroalimentaire. La «*pincée*» de sel dosée par l'humain fera toute la différence avec un dosage chimique dont la régularité est assurée par un robot préalablement programmé.

Nous pouvons nous interroger tout autant sur notre métrologie quotidienne. Chacun de nous intègre la hauteur des marches d'un escalier que l'on utilise régulièrement, le gabarit d'un véhicule que l'on a l'habitude de conduire. Qui n'a pas été étonné de voir quelle précision certains chauffeurs de bus ou de camion sont capables d'atteindre pour éviter de râper un mur dans un tournant difficile ?

⁶² *Opus cit.*

Les mesures “pifométriques” liées à l’expérience personnelle en métrologie

Même dans l’art et la science de la mesure, la métrologie personnelle existe. Elle est d’autant plus précieuse qu’elle est souvent liée au bon sens, à l’expérience personnelle et professionnelle. Monsieur Pierre Giacomo, métrologue émérite et directeur honoraire du BIMP s’exprime sur le sujet☐

« A une certaine époque, ce problème d’incertitude fut un problème très difficile parce que les statisticiens avaient élaboré tout un corps de doctrines relatives au traitement des incertitudes à partir de mesures statistiques. Or dans les incertitudes, certaines peuvent être accessibles par des procédés statistiques et celles-là on sait les traiter de façon satisfaisante pour un esprit mathématique. Mais il y en a d’autres lorsque l’on n’a pas les moyens statistiques parce que l’on n’a pas les moyens matériels, le temps ou les moyens financiers nécessaires pour multiplier les mesures à l’infini. Donc comment traiter ces mesures qui apparemment échappent aux procédés statistiques, ces mesures que l’on qualifie dans le langage populaire de pifométriques ?

Le pifomètre n’est jamais qu’une traduction en langage vulgaire du fait que chacun a une expérience personnelle et que cette expérience personnelle a toujours une certaine valeur. [...]

« En fait beaucoup de métrologie au niveau élémentaire, on peut dire de mesures au niveau élémentaire et la manière dont le non-expert aborde la mesure est fondée sur cette expérience personnelle qui lui montre que ce n’est pas la peine de faire des mesures très compliquées sur un objet qui n’en vaut pas la peine car dans la pratique, ce qu’il cherche n’est pas plus précis ou plus fiable que ce dont il a l’expérience. En se fondant sur son expérience personnelle, il sait que ce n’est pas la peine de mesurer l’épaisseur d’une poutre à plus de quelques millimètres ou quelques fractions de millimètre. Ce genre de mesure est utilisé depuis toute éternité.

Les praticiens se servent par exemple d’une sorte de code normalisé : ils savent que si ils utilisent un fer de telle forme et de telle épaisseur ils peuvent construire un pont qui supportera 500 à 600 kg sans défaillir. Il y a encore aujourd’hui énormément de mesures artisanales qui fonctionnent de cette façon. Ce type de mesures pifométriques et de calcul de limite de tolérance est parfaitement respectable car il résulte de l’expérience personnelle. »⁶³

La mesure en escrime

Pour illustrer autrement ce que j’entends par « métrologie personnelle☐, j’ai demandé à P.A⁶⁴, jeune Maître d’arme et éducateur sportif de nous parler de sa « métrologie personnelle☐. Il enseigne l’escrime à tous les publics, enfants, adultes et personnes handicapées. Voici ce qu’il dit☐

⁶³ P.G, EM2

⁶⁴ Ce discours est singulier, d’autres escrimeurs auraient peut-être des idées différentes sur la question.

L'escrime est issue de la chevalerie. Le code du duel est apparu au XIV^e siècle et l'invention du fleuret date du XVII^e siècle. La rigueur de l'escrime qui fut longtemps toute militaire a acquis une certaine souplesse depuis qu'elle se pratique de plus en plus dans les salles. Les escrimeurs gardent un code de conduite, ils saluent⁶⁵ leur adversaire après chaque assaut comme dans un art martial, respectent leur adversaire tout le long du combat et se serrent la main en fin de match.

D'après le Dictionnaire historique de la langue française, c'est au XVII^e qu'apparaît le terme spécialisé «être en mesure», ce qui, dans la pratique de l'escrime, exprime la distance convenable pour porter le coup d'épée - «Hors de mesure» apparaît en 1626. Par la suite apparaissent dans le langage commun des locutions s'éloignant de la pratique de l'escrime telles que «mettre hors de toute mesure», c'est-à-dire «pousser à bout» et «être en mesure de» exprimant l'idée d'être «capable de».

L'escrime s'enseigne collectivement ou individuellement. L'enseignement collectif se fait par groupes de deux et la leçon individuelle, qui transmet l'essence de l'escrime française, réunit un élève et un maître d'arme. Dans l'enseignement individuel, le maître devient à la fois la cible et le partenaire de son élève. C'est ainsi que se transmettent les gestes techniques. Ces gestes d'escrime que le maître induit chez son élève sont principalement la distance, la rapidité, la précision, le changement de rythme et la coordination. Dans la leçon individuelle, le contact est permanent, il n'y a pas par exemple comme au tennis la distance entre les deux joueurs séparés par la longueur du terrain. Cette proximité construit une relation de confiance forte entre le maître et l'élève. Cette relation est nécessaire entre entraîneur et entraîné quel que soit le sport mais aussi entre le maître et l'élève ou quelle que soit la situation d'enseignement.

On distingue en escrime trois sortes de mesures. Les mesures de l'escrimeur sont, entre autres, l'écart entre ses deux pieds lorsqu'il est en garde ou l'angle de sa pointe par rapport à sa lame. L'instrument de mesure est alors l'ensemble de son corps et de sa lame. Ensuite il y a les mesures de la piste d'escrime □ 14 mètres de long par un mètre quatre-vingt de large. L'escrimeur doit savoir où il se trouve sur cette piste et combien il a de mètres devant ou derrière lui⁶⁶. Il se sert de sa vision périphérique et des repères sur le terrain pour savoir où il

⁶⁵ Ils saluent avec leur arme, épée, fleuret ou sabre.

⁶⁶ Si l'escrimeur sort de la piste, il est touché.

se trouve. Les dernières et plus importantes mesures sont celles relatives à la distance entre les deux tireurs⁶⁷.

La distance est une mesure fondamentale en escrime, elle intervient dès le plus jeune âge. Quels que soient les moyens employés pour l'enseigner ou le niveau auquel on se trouve, la notion de distance est toujours présente. De l'âge de cinq ans jusqu'à l'équipe de France, on a en tête la distance entre les deux escrimeurs. C'est la mesure essentielle pour pouvoir toucher son adversaire sans être trop près pour être soi-même touché. La distance est une sensation en escrime qui s'apprend sans en parler. C'est une mesure « ressentie » que les débutants apprennent par des jeux d'opposition collectifs. Cette sensation s'acquiert le plus tôt possible et s'affine par de longues années de pratique. Elle est devenue chez les tireurs au niveau de la compétition internationale une expertise de la distance qui est au centimètre près et même parfois plus fine encore.

Des trois armes d'escrime, le fleuret, l'épée et le sabre, l'épée est celle qui nécessite la plus grande précision car tout le corps de l'adversaire peut être touché. À la moindre erreur l'adversaire peut toucher à la main ou au corps. À cela s'ajoute la vitesse. L'escrimeur gère en permanence un conflit entre la vitesse et la précision. S'il va trop vite, il perd sa précision, s'il n'est pas assez rapide, il n'a aucune chance de surprendre l'autre tireur et le toucher. L'enseignement du maître visera à ce que son élève progresse dans sa performance qui est l'accord et l'équilibre entre la vitesse et la rapidité. La vitesse de réaction (rapidité) est aussi importante que la vitesse du changement de rythme en escrime. Le changement de rythme est une différence entre deux vitesses, par exemple commencer une action lentement et la terminer très vite pour surprendre.

La distance en escrime est définie sous trois formes. **La petite distance** est celle à laquelle on touche son adversaire en allongeant le bras. **La moyenne distance** est celle du bras allongé et la fente. C'est-à-dire que l'on avance la jambe et l'on fait un mouvement vers l'avant. **La grande distance** est un mouvement préalable, le bras allongé et la fente. La moyenne distance est la plus courante.

En pratique ces mesures sont un ensemble de sensations puisque l'escrimeur n'a pas *d'instrument* de mesure. A ses sensations il ajoute des indicateurs qui sont les lignes du terrain. Les partenaires sont éloignés de quatre mètres au commencement du match et chaque

⁶⁷ Les escrimeurs sont des tireurs

joueur sait qu'il a besoin de deux mouvements vers l'avant plus une fente pour toucher son partenaire. Un autre indicateur est la lame adverse. Quand leurs lames commencent à se croiser, les adversaires sont à une distance de fente, ils sont à la mesure. Si les lames ne se croisent pas les joueurs sont à grande distance et si les lames sont complètement croisées, ils sont à petite distance.

La mesure et la distance s'apprennent dès que l'on commence à pratiquer l'escrime et se travaille jusqu'à la fin. Le but étant pour tout tireur d'acquérir une appréciation de plus en plus précise de la mesure et de la distance. Et cette appréciation de la distance n'est jamais assez précise. Les capteurs de mesure de l'escrimeur sont ici son œil et son oreille interne. En compétition, les lames ne se touchent plus, c'est un indicateur de moins. Dès que le jeu s'accélère ou qu'un imprévu se présente dans le scénario, l'escrimeur improvise. Et c'est là que les bons tireurs se révèlent car ils savent bien gérer la distance. Le changement de rythme se travaille aussi beaucoup mais là encore les mesures sont des sensations personnelles. Le changement de rythme est observable par une action de jeu de jambes devant une glace comme, par exemple, s'observent les danseurs alors que l'appréciation de la distance ne se voit que pendant les compétitions. Le changement de rythme est lié lui aussi à la vitesse et à la distance. La pratique de l'escrime transforme le corps de l'escrimeur, la souplesse de son épaule se développe alors que d'autres muscles sont éduqués pour donner la précision et la vitesse au mouvement. Quelques centièmes de seconde gagnés permettent au tireur de reprendre son appui, c'est-à-dire revenir en arrière le plus rapidement possible après un assaut manqué où l'adversaire n'a pas été touché. L'ensemble du corps et de l'arme vont devenir pour l'escrimeur des instruments de mesure de plus en plus précis pour atteindre sa cible et la toucher. Cet apprentissage qui est fait d'essais et d'erreurs ne cesse jamais, il consiste à être capable d'évaluer finement une distance et en retour de décider du mouvement. Un tireur à l'arc n'est pas dans une même situation d'évaluation pour trouver la bonne mesure et toucher sa cible au plus près du cœur. Sa cible a une taille constante, elle est toujours à la même distance de lui et il tire avec le même arc.

Pour un escrimeur les conditions d'évaluation des mesures dont il se sert dans son art sont différentes. Son adversaire, sa taille et sa rapidité de déplacement ne sont jamais les mêmes et les tireurs sont toujours en mouvement. Alors de fait l'escrimeur réalise en permanence des calculs d'incertitude pour affiner ses mesures. Trois sortes d'incertitude existent pour lui. **L'incertitude spatiale** est liée aux lignes du terrain et à la distance avec l'adversaire. **L'incertitude temporelle** est celle qui est liée au moment où se déclenche l'action pour

surprendre. **L'incertitude événementielle** est liée à l'ensemble des paramètres des comportements non prévus de l'adversaire. Le tireur est donc en permanence à la recherche d'informations qui lui permettent de réduire son incertitude pour pouvoir attaquer ou se défendre à bon escient. Avec l'âge et l'expérience, en particulier à l'épée, qui est un sport de maturité, le tireur réduit son incertitude en ce qui concerne les réactions adverses. La métrologie personnelle dont se sert l'escrimeur est un ensemble de sensations conscientisées. Personne d'autre que lui-même ne peut gérer cette métrologie intime dont il a besoin pour exercer son art.

La métrologie personnelle vue par un professeur de yoga indien

Afin d'approfondir encore ce concept de métrologie personnelle, je suis allée demander à un professeur de yoga et sage indien et ce qu'il pensait de l'idée de métrologie personnelle. Voici ce qu'il dit : « La chose la plus importante est la sincérité. C'est la sincérité qui est la clé de toute évolution ou de toutes sortes de mesures. La première valeur à mettre pour les autres et pour soi-même, en tant qu'étalon personnel, est de savoir jusqu'à quel degré chacun est capable de devenir sincère. Quand il y a une question de mesure, il y a consciemment et inconsciemment un concept de jugement derrière. Et pourtant la mesure n'a rien à voir avec le jugement, c'est simplement des faits. Par exemple si je pose la question pour savoir quelle est la surface de cette pièce, il faut seulement arriver à dire ça fait trois mètres par tant ou si je cherche à savoir quelle est la distance entre telle chose et telle autre chose ou la température du jour... Même quand l'on pose la question « quel temps fait-il ? » Toutes ces questions-là sont liées à des questions de mesure qui doivent nous amener à une sorte de neutralité, une certaine impartialité et une certaine recherche de perfection et cela sans jugement. La véritable question de la mesure devient alors une quête spirituelle et n'est plus ni une quête scientifique, ni une quête sociale. C'est là une vraie compréhension de la chose. Qu'est-ce qu'une mesure absolue ? »

Prenons la dimension du temps. Quand on aime quelqu'un, si on passe avec lui une demi-heure, le temps passe comme si c'était à peine cinq minutes. mais au contraire, pendant une demi-heure avec des gens ennuyeux ou un sujet qui ne nous intéresse pas, on remue la montre cinquante fois pour savoir si les aiguilles fonctionnent ou non. Ceci est un exemple banal mais : « Qu'est-ce que le temps ? Qu'est-ce que le passé ? Qu'est-ce que le présent ? Qu'est-ce que le futur ? On essaie de mesurer le temps avec la terre, avec le soleil, avec l'année. On essaie de calculer différemment le temps et pourtant le mot « temps » reste insaisissable. Je dirais que cela me rapproche d'un autre exemple qui nous touche depuis l'enfance : on nous

donne un prénom. Voilà «**K** c'est toi et l'on s'habitue... mais cela est complètement arbitraire. Comment savoir si c'est moi «**K** Un mensonge répété trois fois, dit-on, devient une vérité. On a donné à quelqu'un un prénom et l'on répète trois fois et puis la personne répète. C'est une même question. On nous conditionne dans une certaine dimension du temps, mais on ne comprend pas ce qu'est le temps. Tout ce qui existe pour moi a une dimension-temps et a une dimension-espace mais la vraie chose n'a ni de dimension-temps ni de dimension espace. C'est pourquoi la vraie vérité s'échappe très souvent quand on ne mesure que l'extérieur des choses. C'est un peu comme cette histoire où une personne avait perdu quelque chose et cherchait à la retrouver sous un réverbère. Son ami vient l'aider à chercher. Au bout d'un moment l'ami lui demande «**Es-tu sûr d'avoir perdu ce que tu cherches à cet endroit**» «**La personne répond, «**Non je l'ai perdu là-bas**». L'ami lui demande alors «**Mais pourquoi cherches-tu ici, alors que tu as perdu quelque chose là-bas**» Et la personne répond**que c'est parce que ici il y a de la lumière alors que là-bas il fait noir.** Cette histoire a été utilisée différemment par différents sages. Pour moi, tout concept de mesure est un peu de cette nature-là. On mesure pour avoir une satisfaction, parce que c'est mesurable, même si on mesure quelque chose d'autre pour se rassurer. Mesurer c'est aussi se remettre dans une sorte d'espace-temps. Les mesures nous ramènent vers la réalité car finalement toute mesure est une image virtuelle du matériel. Considérons qu'un être humain n'est rien d'autre qu'une petite lumière, une petite flamme, pour moi l'existence sur la terre doit nous donner la possibilité à cette petite flamme que l'on est d'augmenter son intensité et son amplitude. Cela sera le véritable but de l'existence. Je crois que cela pourrait se mesurer par soi-même tout en restant inconnu. Et je pense qu'il y a quelque chose qui sait et qui est capable de comprendre cet élément, qui a déjà cette connaissance. Finalement c'est un peu comme pour mesurer la température**On ne va pas sortir un mètre.** De la même manière, pour mesurer cette chose qui a une intériorisation, nous sommes amenés à faire des progrès intérieurs, profonds, spirituels, appelons comme nous voulons, verticaux. Ce sont autant de mots qui sont justes, mais en même temps aucun de ces mots n'explique la réelle dimension de la chose. Je pense que petit à petit cela nous aide à mesurer cette sorte de progrès intérieur. Je reviens à la première phrase avec laquelle j'ai commencé, cet état dont j'ai parlé au début, cet état est d'être de plus en plus sincère. Plus on est sincère, plus la capacité de se mesurer vient et plus cette capacité de progresser vient.⁶⁸**

⁶⁸ Les métrologues parlent d'honnêteté et de confiance.

Il y a en sanscrit un dicton qui dit « l'excès en tout est mauvais. Il y a là une idée d'équilibre et d'égalité. La France est un pays d'égalité et de fraternité. Je raconte souvent en plaisantant que lorsque je suis arrivé en France, il y a vingt-cinq ans, j'ai été invité à un repas. Il y avait six personnes et une tarte aux légumes. La maîtresse de maison coupa donc la tarte en six parts égales. Il y avait un homme grand et gras pour qui la part ne représentait presque rien du tout et une jeune fille, qui consciente de sa taille, ne voulait même pas toucher à ce petit morceau de tarte aux légumes. Quelque part c'était juste, six parts égales pour six personnes, mais en même temps cette sorte de mesure n'était pas harmonieuse. Et d'une certaine manière très souvent la mesure rationnelle n'est pas harmonie. Il manque quelque chose de tout à fait essentiel : le bon sens. Et le bon sens est quelque chose d'exceptionnellement important. Très souvent, on utilise l'intelligence ou mille autres choses, mais on n'utilise pas le bon sens. Le bon sens n'est pas enseigné non plus. Pour donner un autre exemple, en Inde je dirigeais une école. Il faisait assez chaud alors j'ai créé le bâtiment de l'école. Comme nous n'avions pas de grandes finances, cela a encore aidé dans le sens que je rêvais de faire. C'était au bord de la mer et il y avait plusieurs petites collines. Sur chaque colline, nous avons construit un petit pavillon avec un petit toit en chaume, sans murs, quelques simples piliers suffisaient. Les enfants étaient très heureux, les enseignants aussi. Nous avons même créé un petit jardin autour de chaque classe. En tant que directeur, j'étais complètement épanoui de cet environnement. Mais l'inspecteur d'Académie vint faire un contrôle. Il dit que les classes étaient très bien mais fit des remarques comme le fait que l'on ne pouvait pas fermer l'école et qu'il n'y avait pas de portes-fenêtres. Il a montré des textes écrits. Et finalement avec sa normalité, ses normes et sa réglementation, ses derniers mots furent que cette construction était illégale pour une école.

Conclusion : Premièrement, les mesures sont une aide et les mesures sont une entrave. Il faut savoir utiliser les mesures dans leur juste mesure et cela peut nous aider beaucoup. Deuxièmement celui qui mesure doit se mesurer constamment avec honnêteté c'est pourquoi une certaine sorte d'autodiscipline, une auto mensuration ou mesure de soi-même sont nécessaires. Il faut essayer de se comprendre et de se mesurer avant de mesurer les autres et avant de mesurer les autres choses.

Enfin, je ne dirais pas qu'il ne faut pas étudier, mais au contraire que plus on étudie la pensée dite scientifique plus elle nous aide à prendre conscience de la pensée spirituelle ou occulte. Pour moi c'est une même vérité. Ce sont des facettes d'une même vérité.

LA PROFONDEUR HISTORIQUE

Présentation

Le regard que je pose sur l'histoire de la métrologie n'est pas neutre. C'est un point de vue singulier. Ce n'est pas tant la métrologie des savants ou encore des ingénieurs qui a guidé mon regard mais le rapport entre les pouvoirs et les populations à travers l'usage et les pratiques métrologiques usuelles et locales.

Je remarque à travers le déroulé du temps historique qu'une «oscillation» se produit avec une sorte de régularité de périodes (cycles) où se confrontent au sein d'une même société «l'accord et désaccord» - «l mesure et démesure».

À travers l'histoire, l'organisation de la métrologie peut aller de la «réquisition» par des intérêts privés jusqu'au partage universel, symbolique et sacré d'un bien métrologique commun d'intérêt général.

Deux périodes historiques peuvent être identifiées en France. Celle de l'unification des poids et mesures sous Charlemagne (789) et celle de l'avènement du système métrique décimal à la Révolution française (1789). L'école dans les deux cas est liée au mouvement d'unification métrologique.

Des textes d'origine montrent qu'en 1789, les cahiers de doléances, tous ordres confondus, réclament massivement l'uniformité des poids et mesures et l'organisation d'une instruction publique. Ensuite, dès les premières propositions d'unification des poids et mesures, le problème de l'enseignement est posé.

Je ne cacherai pas mes difficultés à dépasser «l'évidence du système métrique décimal» et je ne suis pas entièrement sûre d'y être parvenue. Mais c'est en cherchant à répondre aux questions «Et avant la Révolution ?» et ensuite «aujourd'hui, où en sommes nous ?» que j'ai parcouru (parfois juste survolé) les périodes historiques allant de 5000 ans av. J-C jusqu'à l'époque actuelle. Ce faisant, je n'ai pas cherché à reconstruire une histoire complète de la mesure et le travail qui suit n'est pas celui d'une historienne mais le résultat de recherches visant à mieux saisir à partir des origines, la nature et les fondements de la métrologie. À partir de pratiques métrologiques, je cherche à faire apparaître, au-delà des différences et des cultures locales, les traces d'une «commune mesure» partagée par le plus grand nombre et basée sur la confiance mutuelle, le partage et le respect.

Pour construire ce chapitre historique, je suis allée puiser autant que possible dans les documents originaux disponibles. Les principales sources de ces documents sont pour les plus conséquentes :

Archives Nationales (Série F) et Archives départementales de Tarn et Tarn et Garonne.

Archives de l'Académie des Sciences avec les ouvrages de l'*Histoire de l'Académie royale des Sciences de 1666 à 1788*, puis *Histoire de l'Académie des Sciences*.

Archives parlementaires. Recueil complet des débats législatifs et politique de 1787 à 1880, Tomes 1 à 31, Imp. et Lib. Administrative et des Chemins de fer, Paris, 1879. (Mazarine)

Législation de l'Instruction primaire en France de 1789 jusqu'à nos jours Ed. Delalain. Paris. 572 p (INRP)

DUVERGIER (J.B.) *Collection complète des Lois et Décrets, Ordonnances, Réglemens et Avis du Conseil d'Etat (De 1788 à 1830 inclusivement par ordre chronologique)*, Publiée sur les éditions officielles, Continué depuis 1830, et formant un volume chaque année. Contenant les actes insérés au *Bulletin des Lois* l'Analyse des *Débats parlementaires* sur Chaque Loi, des Notes indiquant les *Lois analogues* les *Instructions ministérielles* les *Rapports au Roi*, et divers *Documents inédits* par J.B. Duvergier, avocat à la cour royale de Paris, continuateur de Toullier. Tomes I à 33, Paris, 1842

Ancien Moniteur (Réimpression de), (Tomes 1-28), Ed. Plon Frères, Paris, 1854.

Encyclopédie de Diderot et d'Alembert ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers. Ed. Briasson, David, Le Breton, Durand, Paris, MDCCLI, Tomes 1 à 35.

Les Arts des instruments, Réimpression de l'édition de 1767 –1780, Ed. Slatkine Reprints, Genève, 1984.

J'ai également puisé dans des ouvrages d'époque et je suis allée à plusieurs reprises au Musée du Louvre au Département des Antiquités. Afin de permettre au lecteur de repérer à quel niveau se situe l'exploration historique de chaque chapitre, les ouvrages, les articles et les documents originaux utilisés pour construire la profondeur historique sont référencés en fin de thèse, soit dans la liste des ouvrages ou celle des documents originaux, soit encore dans le sous-chapitre intitulé articles consultés.

Introduction à la profondeur historique

L'éthologue, Dominique Lestel dans son ouvrage déjà cité «*Les origines animales de la culture*» présente ainsi son ouvrage

« Dans les pages qui suivent, je soutiens la thèse selon laquelle loin de s'opposer à la nature, la culture est un phénomène qui est intrinsèque au vivant dont elle constitue une niche particulière, qu'on en trouve les prémices dès le début de la vie animale, et que le développement de ces comportements permet de comprendre comment un authentique « sujet » a émergé dans l'animalité »⁶⁹

La suite de ce travail tente de montrer la métrologie en tant qu'activité humaine et collective dont l'usage semble universel sans pour autant se pratiquer de façon uniforme.

Je me réfère pour situer ce travail et sans être anthropologue à François Laplantine.

« Le projet anthropologique consiste donc dans la reconnaissance, puis la compréhension d'une *humanité plurielle*. Ce qui suppose à la fois la rupture avec la figure de la monotonie du double, de « pareil au même », de l'identique, et avec celle de l'exclusion dans un irréductible « ailleurs ». Les sociétés les plus différentes de la nôtre, que l'on tient spontanément comme indifférenciées, sont en fait aussi différentes entre elles qu'elles le sont de celle à laquelle on appartient. Et plus encore, elles sont, pour chacune d'entre elles, très rarement homogènes (comme on pourrait s'y attendre) mais au contraire, extrêmement diversifiées, tout en participant d'une commune humanité. »⁷⁰

Les sociétés de chasseurs-cueilleurs, qui ont été le mode d'existence de l'espèce humaine depuis ses origines, il y a quelque deux ou trois millions d'années, jusqu'à l'invention de l'agriculture, il y a dix mille ans, soit pendant 99% de son histoire, n'utilisent pas la mesure au sens où nous l'entendons.

Sans doute, outre la « métrologie individuelle » que j'ai évoquée, on peut trouver chez les chasseurs-cueilleurs ici et là des repérages (les mégalithes), des astuces de construction ou de chasse ou bien encore des manières de doser les plantes médicinales qui préfigurent la mesure.

Mon hypothèse, s'appuyant sur l'analyse des rapports technique-société, est que la mesure sort de cet état exceptionnel et souvent personnalisé, pour s'établir en tant que pratique

⁶⁹ Dominique Lestel. *Les origines animales de la culture*, Ed. Flammarion, Paris, 2001. p. 8

⁷⁰ F. Laplantine, *Opus Cit.* p. 18

sociale avec l'institution des marchés, dont le rôle est d'abord d'échanger les surplus agricoles, puis, ultérieurement, de donner accès aux denrées lointaines, acheminées par caravanes (la Route de la Soie) ou par bateaux (les Phéniciens).

Les marchés et l'agriculture sont liés. Le caractère plus systématique de la production agricole succédant à la cueillette, le choix de plantes plus productives, la surveillance, la préparation du terrain, tout cela accroît la production jusqu'au-delà des besoins. Les surplus sont alors disponibles pour l'échange, les taxes et les tributs. C'est là que s'imposent, irrésistiblement, les mesures acceptées par la communauté, tout au moins pour celles de volume et de poids. L'image la plus forte qui en est restée est celle de la balance, devenue par extension symbole de la justice.

Dès lors, il est aussi logique de constater que l'histoire de la mesure est indissociable de celle de la monnaie laquelle, avant d'être, vers le VI^e siècle avant JC, estampillée à l'effigie des Puissants, était constituée de simples poids de métal, donc aussi mesurée au moyen d'une balance.

Jusqu'au développement concomitant de la Science et de l'Industrie (XVIII^e – XX^e siècles), il semble donc bien que **la mesure, en tant que pratique sociale**, ait été d'abord façonnée par les traditions marchandes, d'où la multiplicité de ses formes, qui varient selon les époques et les lieux et s'inspirent souvent des usages des corporations.

Si l'institution du système métrique décimal a exercé depuis deux siècles une telle fascination sur les esprits c'est, à mon avis, parce qu'il manifeste un changement d'époque, le passage à l'ère industrielle, et constitue un geste politique fort, affirmant la fin des privilèges (de la noblesse qui définissait les étalons locaux) et des droits acquis (des corporations). En remplacement des milliers de mesures locales, il fut choisi en effet comme étalon, en vertu du principe d'égalité universelle, un objet que chacun a sous les pieds□le méridien terrestre.

La Révolution française est un moment métrologique fort. La rupture métrologique semble à première vue scientifique, mais en fait cette rupture est de nature plus essentiellement sociale et politique□du domaine privé où elle était captive, la métrologie passe légalement, en tant que bien commun, dans le domaine public.

Le «**□**nouveau système des poids et mesures**□**» devient un des emblèmes révolutionnaires□du plus humble au plus savant, chacun se servira, en toute égalité civique, d'un même et unique système de mesure dans une République «**□**une et Indivisible.**□**»

La métrologie transactionnelle

Le terme «métrologie» désignant la science de la mesure apparaît la première fois en 1780 cependant l'activité métrologique est fort ancienne et son usage est attesté depuis la très haute Antiquité. Au cours du temps, les pouvoirs et les lois concernant les unités de mesure, les instruments de mesure et les modes de mesurage changent. Les civilisations, les symboles et les mythes évoluent, mais quelques principes métrologiques ancestraux restent inchangés dans le temps.

Comme aujourd'hui, les anciens systèmes de mesure reposent sur un rapport entre les unités de longueur, de temps, de poids, de surface et de volume dans les systèmes de mesure. Les unités de longueur ou de surface, de poids et de temps sont liées. À l'origine la coudée est, d'après Lenormand⁷¹, une mesure astronomique. Elle est divisée en 60 lignes correspondant à 60 minutes. Le pied est raccordé à cette mesure astronomique.

Le talent équivaut au poids d'un pied cube d'eau. C'est l'unité pondérale des Babyloniens tout comme le «kilogramme vrai de la Nature» équivalant à un dm^3 d'eau est celui des Républicains français. Même si la pesée du kilogramme est plus précise et repose sur l'expérience acquise par la science, le principe de base pour construire l'unité de masse reste identique.

Le temps

En utilisant la clepsydre, un pied cube d'eau, ou *métrète*, pesant un talent, s'écoule en une heure double équivalente à 60 minutes doubles ou 120 minutes simples⁷². Les unités de mesure babyloniennes ont toutes un double comme le double-mètre ou le double-décimètre, encore actuellement d'usage courant. Les très anciennes mesures de distance sont liées au temps. Le *bèru* est à Babylone la distance parcourue en une heure-double de marche. Depuis 1983, le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1/299\,792\,458$ de seconde⁷³. Cette nouvelle définition s'appuie sur **une constante physique universelle** et n'est plus une distance parcourue par un homme qui marche pendant

⁷¹ F. Lenormant Essai sur un document mathématique chaldéen et à cette occasion sur le système des poids et mesures de Babylone. Paris, 1868.

⁷² A la Révolution on parle encore de la longueur du pendule battant la seconde simple ou double.

⁷³ Cette fraction montre que le caractère "décimal" du système métrique a ainsi été sacrifié dans l'indifférence générale.

un temps donné. Avec la définition actuelle du «mètre-lumière», le temps redevient l'unité de référence définie avec la plus grande précision 10^{-15} (la femtoseconde). Le temps redevient donc une unité de référence, après que la Révolution française ait pour deux siècles, posé le méridien terrestre comme étalon de longueur⁷⁴.

Au cours du temps, de nombreuses unités de surfaces agraires ont reposé sur la durée d'un travail effectué par un homme pendant la durée moyenne d'un jour le journal. Aujourd'hui encore certains actes notariaux estiment des vignobles de Bourgogne en journaux.

« On connaissait en Bretagne le journal à charrue (les champs à labourer), le journal à faucher (les prairies) et le journal à bêcher (pour les vergers et les vignobles) En Bourgogne, à partir de la seconde moitié du XI siècle, l'arpentage des champs de blé au journal, des vignes à l'ouvrée et des prairies à la soiture devint très fréquent : tous sont des mesures de travail. »⁷⁵

Le temps social et collectif

La mesure du temps reste remarquablement stable tout au long de l'histoire. Malgré la tentative révolutionnaire de décimalisation, notre organisation calendaire marque la transmission de mesures que l'on peut difficilement qualifier de chaotiques.

« Ce sont les Sumériens qui ont imposé la division de la journée en heures, douze heures de jour et douze heures de nuit, heures qui n'étaient évidemment pas égales, les heures de nuit étant, en été, plus courtes que les heures de jour (et inversement en hiver). C'est aussi à eux que l'on doit les subdivisions par 60 : 60 minutes dans une heure, 60 secondes dans une minute. »⁷⁶

À travers le temps et l'espace, les calendriers sont des expressions de la mesure du temps et de sa durée, de l'organisation sociale, de la régularité des travaux des champs et des célébrations religieuses. Les calendriers des Mésopotamiens, Egyptiens, Celtes, Précolombiens, Chinois, Indiens, Hébreux, Grecs, Romains, Médiévaux et jusqu'au calendrier révolutionnaire, sont l'expression d'une mesure d'un temps social. Ce temps social fut pendant des siècles scandé journallement par le son des cloches des églises ou l'appel à la prière des minarets orientaux.

⁷⁴ Entre 1960 et 1983, le méridien est abandonné au profit d'une longueur d'onde du krypton.

⁷⁵ Witold Kula. *Les mesures et les hommes*. Maison des sciences des hommes, Paris, 1962, pp.38/39

⁷⁶ J.Lefort « Structures des calendriers Unité et diversité » in « *Les Calendriers* » Sous la direction de J. Le Goff, J. Lefort et P. Manne. Colloque de Cerisy, Ed. Somogy, Paris, 2002. p. 24

Cependant lorsque les temps changent, la mesure du temps exprime une réalité sociale différente.⁷⁷ Du temps des clepsydres ou des cadrans solaires à celui des horloges atomiques, la perception du temps diffère. Le changement de la référence du temps transforme la société dans laquelle ce changement a lieu. Le temps solaire moyen fut la référence *locale et universelle* dans toute l'Europe. Avec l'apparition des chemins de fer et le développement des réseaux ferroviaires, la référence commune passe du temps solaire moyen au temps des chemins de fer. C'est ce que montrent Isabelle Stengers et et Didier Gille par leur article "Temps et représentation" -La métrologie dans la vie quotidienne dans *Culture technique* du mois de février 1983.

« En Belgique, à cette époque, chaque ville avait son heure locale, réglée peu ou prou sur la marche du soleil. Tout va changer avec le chemin de fer. La nécessité d'avoir une heure unique sur tout le réseau pose la question d'un référentiel unique. Quetelet va s'atteler à cette tâche : il tracera des méridiens dans toute la Belgique afin qu'en chaque point l'heure du chemin de fer, par ailleurs heure de Bruxelles, puisse être déduite de la situation longitudinale du point et de son temps solaire moyen. Cette œuvre gigantesque va être réduite à néant par le télégraphe dont, à partir de 1845, les lignes suivent précisément celles du chemin de fer. Désormais, l'heure de Bruxelles peut être transmise instantanément à toutes les gares.

Coexistent alors deux temps : le temps solaire moyen local et l'heure de la station. Progressivement on va assister au décrochement du temps local par rapport à l'heure solaire et à sa redéfinition par rapport et en fonction de l'heure du chemin de fer. Chaque localité continue à avoir son temps local particulier, mais la seule raison de ce temps est désormais de rendre service au voyageur ; il leur évite de rater le train en avançant de quelques minutes sur l'heure de la gare. Dès lors, que les villes soient situées à l'est ou à l'ouest de Bruxelles, c'est à dire que leur heure solaire soit en avance ou en retard par rapport à l'heure de Bruxelles, leur heure locale sera systématiquement en avance sur celle de Bruxelles.

Effet baroque puisque, décrochées du temps solaire, les heures locales prolifèrent dans une particularité désormais arbitraire et délocalisée.

Le 1er mai 1882, la Belgique adopte une heure légale unique, celle du méridien de Greenwich et ce, sur proposition de son ministre des Chemins de fer. »⁷⁸

Les étalons

Comme les anciens étalons, les étalons actuels sont garants de l'honnêteté de l'échange par l'utilisation d'une mesure juste et non faussée. L'instrument de mesure est étalonné et la

⁷⁷ Par exemple à la Révolution, le dimanche, jour chômé hebdomadaire est remplacé pendant quelques années par le *décadi*, jour chômé tous les 10 jours.

⁷⁸ Isabelle Stengers et Didier Gille "Temps et représentation" -La métrologie dans la vie quotidienne - *Culture technique*- N° 9, février 1983

mesure usuelle est comparée aux étalons. C'est l'opération d'étalonnage. Une fois l'étalonnage de la mesure réalisé, une marque, un poinçon ou un certificat d'étalonnage atteste la conformité de la mesure (ou du dispositif de mesure) avec l'étalon de référence.

Les anciens étalons sont gardés précieusement dans de hauts lieux symboliques. Les poids mésopotamiens sont retrouvés sur les emplacements d'anciens temples ou de palais. À Athènes, une compagnie de quinze officiers prend soin des mesures originales et de l'inspection de l'étalonnage. Chez les Romains⁷⁹, les étalons sont conservés au Capitole, dans le temple de Jupiter. Les étalons sous le règne de Charlemagne sont conservés dans son palais. En Europe chrétienne, ils sont scellés sur les murs extérieurs des églises. Louis le Débonnaire dépose des étalons à l'Eglise Saint-Germain. Des mesures étalonnées sont mises aussi à la disposition des commerçants et des clients sur les marchés des villes et des villages, au service de tous.

« Avant le règne de Saint Louis, il y avait à Paris des étalons publics, sur lesquels on ajustait les mesures dont on se servait dans le commerce. C'est ce que nous apprennent les premiers statuts qui ont été rédigés pour les arts et métiers qui s'exerçaient dans la capitale en 1258 ⁽⁸⁰⁾ »⁸¹

Par ailleurs, on trouve aujourd'hui encore, dans les murs de nos marchés régionaux, des mesures en pierre qui servaient pour mesurer les grains.

L'étalon de poids était gardé à l'hôtel des Monnaies. Ceci montre la persistance d'un rapport métrologique étroit, depuis les Mésopotamiens, entre le poids et la monnaie.

« Elle [la Pile de 50 marcs, dite « Pile de Charlemagne »] est en bronze, et comporte : un boîtier (de 20 marcs), 11 godets (de 14 marcs à un gros) et un poids plein (de 1 gros). Elle a été probablement fabriquée au cours du troisième tiers du 15^e siècle, et ajustée alors sous un autre étalon, disparu depuis, qui était conforme à la valeur de la

⁷⁹ Lorsque le monde romain est divisé en deux empires, l'étalon des poids fut confié au « *Comes sacrarum largitionum* » et celui des mesures au Préfet du prétoire d'Italie. (note de Lenormand)

⁸⁰ « Ces statuts furent rédigés ou mis en ordre, pour la première fois, par Estienne Boyleaux, que Saint Louis avait établi prévôt de Paris. On n'a jamais imprimé que des extraits fort courts de cette collection. Il en fut fait deux copies identiques l'une périt dans l'incendie de la Chambre des comptes, en 1737 l'autre qui fut déposée au Chatelet, fait partie de la bibliothèque de M. Joly de Fleury, procureur général du parlement. On en connaît deux copies très anciennes l'une à la bibliothèque du Roi l'autre à celle de la Sorbonne. Il y a des copies modernes dans quelques bibliothèques particulières. En écrivant cette note, j'ai une de ces copies modernes sous les yeux. » (Note du rédacteur)

⁸¹ *Archives Parlementaires*. Observations de la Société Royale d'agriculture. T. XI p. 473

livre définie sous le règne de Charlemagne. En 1767, elle a été utilisée par Tillet pour calculer les rapports entre le poids de France et les étalons des autres villes d'Europe. En 1793, elle a servi à Lavoisier et Haüy pour déterminer, en mesures anciennes, la nouvelle unité de masse, le grave. En l'an 6 (1798, la Commission dirigée par Lefèvre-Gineau, s'est également rapportée à la pile de Charlemagne pour évaluer en Poids de marc la valeur du kilogramme définitif. La pile pèse 12 235, 22 g, son marc moyen est de 244,70 g (pesée du CNAM – Laboratoire national d'essai – 1947) »⁸²

Avant la Révolution de 1789, l'étalon de la toise était déposé au Grand Châtelet.

« L'étalon de l'aune était confié à la garde des marchands merciers, qui le conservaient dans leur bureau de la rue Quincampoix. Comme l'étalon de toise, c'était une règle de fer, avec talons; au dos, cette règle de fer portait, gravé en grosses capitales: Aune des Marchands Merciers et Grossiers, 1554; et elle était divisée en demies, quarts,.. tiers, sixies. »⁸³

À la Révolution, des mètres sont installés dans des lieux publics. Deux sont encore visibles à Paris, rue Vaugirard et Place Vendôme. En province, un mètre de fer est scellé sur un des piliers de la Place du marché⁸⁴ de Montauban. Ces étalons publics permettaient à chacun de vérifier **gratuitement** ses instruments de mesure personnels. L'étalon était ainsi **un bien commun** placé dans un espace ouvert à tous⁸⁵.

Le célèbre Mètre-étalon en platine iridié du Pavillon de Breteuil, tout comme les étalons antiques, a été précieusement gardé dans un coffre-fort au Bureau International des Poids et Mesures qu'on ne peut ouvrir qu'avec trois clefs. La première étant détenue par le directeur du Pavillon de Breteuil, la deuxième par le président de la Comité International des Poids et Mesures et la troisième par le directeur des Archives de France. Cette coutume est ancienne. D'après Bigourdan, en 1780, l'étalon du poids de marc était gardé sous trois clefs, dont l'une est entre les mains du Premier Président de la Cour des Monnaies, l'autre en celles du Conseiller, commis à l'instruction et jugement des monnaies, et la troisième aux mains du greffier.

Le pacte métrologique

Tout au long du travail de recherche historique la polysémie du mot mesure est présente. Il y a d'une part la mesure subjective liée à la juste mesure et à la modération et de l'autre par celle

⁸² Bulletin de la Société Métrique de France. P. 344

⁸³ BIGOURDAN (G.). *Le système métrique des poids et des mesures, son établissement*. Paris, Gauthier-Villars, 1901, p. 6

⁸⁴ Place Nationale

⁸⁵ Aujourd'hui la gratuité de la vérification des instruments de mesure n'est plus qu'un lointain souvenir

d'un dispositif métrologique de confiance réciproque liant étroitement la justesse de l'étalon, garant de l'équité des échanges, à la confiance réciproque et à la justice.

Ces sens s'enchevêtrent dans un cadre conceptuel et social permettant à des personnes, des groupes et des sociétés de *partager volontairement une métrique commune sans toutefois renier leurs cultures locales*. Autrement dit, le pacte métrologique serait plus qu'une technique. Il serait aussi un processus de pacification que construisent des sociétés pour *s'entendre et échanger* dans un espace conceptuel et culturel commun. Issue de la pratique quotidienne, la mesure repose sur des règles qui se forment à travers le temps. La mesure constitue, dans un espace social et historique donné, une sorte d'espace mental, culturel et légal commun basé sur la reconnaissance et la confiance.

Imaginons un groupe rural fonctionnant dans une économie autonome. La mesure n'y est pas vraiment nécessaire. Si ce groupe commence à échanger avec un groupe voisin, alors elle devient nécessaire pour s'entendre sur les termes de l'échange. Chacun des groupes doit, pour commercer, s'accorder avec l'autre sur le choix de l'instrument de mesure commun et aussi faire le choix d'une technique d'utilisation. Autrement dit, ils négocient pour se mettre d'accord. Y a-t-il dans ce type d'échange un contrat verbal qui, réitéré, peut devenir une pratique usuelle ? Je n'en ai aucune trace. Je suppose que la nécessité de la mesure apparaît lorsque, les échanges s'étant développés, une certaine codification des pratiques s'impose pour les fiabiliser.

C'est ce que j'appelle le «*pacte métrologique*». Il règle, à partir d'un contrat de confiance mutuelle, les conditions de l'échange dans l'espace commun. La mesure y est un outil de médiation pour l'échange d'objets ou de quantités de matière, mais la mesure est *aussi* médiatrice entre des individus ou des groupes qui s'organisent pour créer une même réalité métrique en se mettant d'accord sur des pratiques. Ils choisissent des étalons et organisent des dispositifs de contrôle réciproque.

Le pacte d'origine est parfois respecté pendant des années. La pratique quotidienne, les innovations, l'agrandissement de l'espace des échanges font entrer dans le pacte des éléments nouveaux, étendant en quelque sorte son champ d'influence.

Mais ce mouvement présente toujours un caractère minimaliste. L'accord porte sur le minimum nécessaire pour que les échanges et les pratiques fonctionnent. C'est

vraisemblablement pourquoi l'Histoire a vu se multiplier par l'usage des collections d'unités de mesure locales et professionnelles.

Par exemple ☐ L'aune était le plus souvent utilisée pour mesurer les tissus, mais servait quelquefois comme mesure d'arpentage ou dans la construction. La toise servait à mesurer les champs, la profondeur des puits et la longueur des mines. La coudée, déjà utilisée chez les Babyloniens, puis chez les Egyptiens et adoptée par les Grecs fut l'unité fondamentale de l'arpentage. La brasses, longueur de deux bras ouverts entre les poings fermés, correspond au pas romain de 4 coudées soit 1,50 m environ. L'arpent s'appelait suivant son usage, arpent du Roy, arpent d'ordonnance, arpent des eaux et forêts ou encore arpent commun. Ce nom d'arpent, qui désigne une mesure géométrique de surface, recouvrait de nombreuses valeurs. Petit, en 1809, dans son manuel « *Ouvrage mis à la portée des enfants, des habitants des campagnes et des esprits les plus simples* »⁸⁶, explique ☐

« ☐ Malgré la multitude des mesures locales d'arpentage qui étoient en usage en France, on en reconnoît cependant trois principales à savoir : l'arpent d'ordonnance, mesure de 22 pieds pour perche, l'arpent de Paris, mesure de 18 pieds pour perche, et l'arpent commun, mesure de 20 pieds pour perche. »⁸⁷

Dans le département du Tarn, avant la Révolution, 11 sortes de cannes coexistent dont la longueur variait de 1,76 m à 2 m selon les localités. La canne locale suffisait à s'entendre localement sur la valeur d'une longueur. Lorsqu'il était nécessaire d'avoir une mesure plus fine ou plus fiable, une comparaison de la canne locale avec une canne extérieure, prise alors comme étalon de raccordement était fréquemment pratiquée.

Revenons-en au temps qu'il fallait à un homme pour effectuer une tâche ☐ la journée. L'expérience et la pratique avaient « ☐ fabriqué ☐ une mesure où entrait un rapport entre la qualité de la terre, son exposition et le temps nécessaire pour la travailler. Chacun savait qu'une terre exposée sur un versant de colline était plus difficile à labourer ou à faucher qu'une terre de la plaine. Chacun savait, souvent d'expérience, le nombre de journées nécessaires pour travailler telle ou telle parcelle en plaine ou à flanc de coteau. Dans l'espace commun, cette mesure avait probablement une valeur matérielle bien plus réelle que la mesure savante de l'arpenteur.

⁸⁶ R. Petit. L'Arithmétique décimale pour 1809, *Opus Cit.*, page de garde

⁸⁷ R. Petit. *Opus Cit.*, pp. 22/23

Sur les marchés villageois où l'accord sur la mesure était nécessaire à la sérénité des échanges, les mesures s'exprimaient en référence au corps humain □ le pouce, le pied, la coudée... Pour l'accord de tous, les mesures de capacité en pierre sont scellées sur les places de marchés. Lorsqu'un litige avait lieu une vérification immédiate pouvait se faire sur place et à la vue générale. La mesure scellée étant elle-même la résultante d'un consensus et matérialisait le pacte métrologique local.

À la Révolution, la mesure étant à nouveau une mesure commune, chacun pouvait **comparer gratuitement** sa mesure à l'étalon. Le pacte métrologique révolutionnaire républicain sort de son espace national pour devenir «□universel□». □

Il semble aussi qu'à chaque changement de système métrologique, apparaît aussi un changement scolaire. Ainsi, Charlemagne unifie les mesures et développe l'école. La Révolution française institue le système métrique décimal et développe le système scolaire. Cette concomitance n'est sans doute pas le fait du hasard. Le pacte métrologique ne peut en effet agir sur l'ensemble social que si les mesures communes sont «□adoptées□ par tous les membres de la communauté. Nos anciens, des philosophes des Lumières aux instituteurs de Jules Ferry, ne s'y trompaient pas. Lorsque les Révolutionnaires réduisent le «□chaos métrologique□ à quelques mesures simples, ces mesures qui gèrent le quotidien des gens, ils savent qu'il est souhaitable, sinon nécessaire, que les nouvelles mesures, attributs du pouvoir, soient sympathiques, connues et respectées du plus grand nombre. Ils l'affirment □ «□ *la gloire d'avoir programmé les premiers une mesure universelle, les Français vont s'empresse d'ajouter celle de l'adopter et de la répandre.*□⁸⁸

Le regard porté ici sur l'histoire de la métrologie fait également ressortir un autre phénomène □ l'érosion du pacte métrologique par les rapports de force. À la Révolution, les unités locales s'étaient multipliées (plusieurs milliers d'unités de longueur différentes). Elles servaient, entre autres, de base au calcul de l'impôt et des redevances du clergé et de la noblesse. Les autorités locales manipulaient les unités à leur avantage, tant et si bien que l'unification des mesures fut une revendication populaire majeure des cahiers de doléances de 1789. Les populations réclamaient qu'il n'y ait plus dans le Royaume «□deux poids deux mesures□».

⁸⁸ *Adresse aux artistes* par l'Agence temporaire des Poids et Mesures, 11 floréal an III. Archives nationales. F/17/1237

Enfin, il semblerait que l'altération du pacte métrologique initial développe des altérations du système social.

Je soutiens que **s'intéresser au pacte métrologique, c'est s'intéresser au pacte social** et constate qu'actuellement dans le monde, le domaine le mieux organisé en matière de métrologie est celui de l'armement et que par ailleurs les populations sont, pour une grande majorité, ignorantes du mot même de métrologie.

Je pose alors la métrologie au cœur du débat social en reprenant comme départ initial la signification contenue dans l'étymologie du mot mesure telle que Juliette Grange la donne dans le numéro 7 de 1983 de *Culture et Technique*. « La mesure dans la vie quotidienne. ».

« il semble que la mesure, d'après les racines sanscrites du mot ait pour premier sens non pas celui de « pensée », de la connaissance et de la mensuration, mais celui du modus, de l'équilibre modéré (celui du corps qui recouvre la santé ou d'un ensemble social bien géré). La racine med (*médéor* guérit) est à l'origine de la racine *mens* dont nous avons parlé. Le régulateur, l'ordre modère la mesure juste, la pratique, la théorie. »⁸⁹

Mythes, croyances et philosophies de la mesure

La balance

L'étymologie du mot balance est en « *Egypte* » D'après Loret, les signes hiéroglyphiques qui se traduisent « *akha-ii* » expriment le sens de balance (de *kha*, équilibre.)⁹⁰

La balance est un instrument de mesure utilisé partout où il s'agit d'évaluer une masse en la comparant avec une masse étalon dont la valeur pondérale est connue. Elle est aussi un objet symbolique très puissant la balance est le symbole de la justice humaine et celui de la justice divine. En Grèce, la balance est un des attributs de Thémis, qui organisa les mondes selon une loi universelle. Thémis est fille d'Ouranos et de Gaia. Elle représente les liens entre la terre et le ciel, le visible et l'invisible, la matière et l'esprit.

Dans l'Antiquité elle peut être l'attribut des fonctions administratives et militaires. En Chine, ancienne par exemple, la balance, associée à un tour de potier, est l'emblème du Ministre et signifie le droit et la justice.

⁸⁹ Juliette. Grange, « La commensurabilité » in *Cultures et Techniques*. N° 9, *Opus cit.*, p. 46

⁹⁰ Machabey Jeune A. *Mémoire de la balance et de la balancerie*. Imprimerie nationale, SIM, 1949., p.15

Le signe du zodiaque de la balance commence à l'équinoxe de printemps, quand le soleil est au point médian de l'année astronomique.

Dans la pensée islamique de la sagesse, l'équilibre se retrouve dans la construction du sens des mots, *la balance des lettres* ordonne l'écriture de la langue et le rapport entre la nature essentielle des choses et les mots qui la désignent.

La mesure des mesures, la juste répartition de la mesure dans une œuvre, sa distribution proportionnelle par rapport à un tout harmonieux se retrouve en arithmétique, musique, architecture, en poésie. «*La Mesure seule permet l'Unité, la mise en rapport des hétérogènes irréductibles, l'harmonie des divers, l'équilibre.*»⁹¹.

La pesée des actions

« La balance est connue en tant que symbole de justice, de la mesure, de la prudence, de l'équilibre, parce que sa fonction correspond précisément à la pesée des actions. »⁹²

Thot est le dieu qui calcule et mesure, il invente pour les Egyptiens l'écriture et les arts. Il est astronome et règle le temps. Il assiste Osiris lors de la psychostasie, cérémonie où l'âme du défunt est pesée devant un ensemble de dieux juges.

Au Tibet, les actions des hommes sont pesées à leur mort. Dans un des plateaux de la balance des cailloux blancs représentent les bonnes actions et dans l'autre plateau, les mauvaises, sont représentées par des cailloux noirs. L'archange Michel pèse les âmes des Chrétiens. En Perse, à côté de Mithra, l'ange Rashnu pèse les esprits.

Dans l'Ancien Testament, il est recommandé d'utiliser des mesures et des poids justes et sacrés.

« Tu n'auras pas dans ton sac poids et poids, l'un lourd, l'autre léger. Il n'y aura pas dans ta main mesure et mesure, l'une grande, l'autre petite. Tu auras un poids intact et exact et tu auras une mesure entière et exacte afin d'avoir longue vie sur terre que Yahvé, ton Dieu, te donne. »⁹³

⁹¹ Juliette. Grange, *Opus cit.*, p. 46.

⁹² Juliette. Grange, *Opus cit.*, p. 99

⁹³ Deutéronome, XXV, 13. (cité par F. Jedrzejewski, *Histoire universelle de la mesure*, p. 61.)

« Vous ne commettrez point d'injustice, dans les sentences, dans les mesures de longueur, de poids et de capacité. Vous aurez des balances justes, des poids justes, une mesure juste, un setier⁹⁴ juste. »⁹⁵

« Que Dieu me pèse sur des balances justes et il connaîtra mon intégrité. »⁹⁶.

Les mesures sont universelles : elles auraient une même et seule origine.

Cette idée est énoncée par Paucton en 1780 : « Toutes les mesures étoient égales en France sous nos premiers rois »⁹⁷ Les Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures, lues à l'Assemblée nationale le 6 février 1790 sont aussi de cet avis.

« Plusieurs savants ont déjà rassemblé, des preuves claires de l'ancienne existence d'un système métrique universel. Tout nous porte à croire que ce système existe encore, et qu'il suffirait d'écarter la rouille qui en défigure les copies, pour reconnaître que les peuples se servent de poids et de mesures dont l'étalon matrice, pris dans la nature, a toujours été le même »⁹⁸

La naissance d'un système de mesure universel

À la Révolution, les savants et les législateurs français « donnent » font don d'un symbole fort d'égalité sociale : une nouvelle « commune mesure ».

« La connaissance d'une seule mesure suffira à tous les citoyens pour surveiller eux-mêmes leurs intérêts; et leurs transactions journalières deviendront plus faciles sous tous les rapports. »⁹⁹

Le système métrique décimal métrique est de nature universel et de fait dédié à tous les peuples à tous les temps. Il est le même pour tous et au sein de l'espace social : il symbolise une nouvelle égalité entre tous les citoyens.

Il apparaît à la fin du XVIII^e lorsque l'ancienne organisation politique, sociale et économique ne correspond plus aux nécessités économiques et aux exigences sociales.

Le système métrique est sacré par la loi républicaine. Les élèves des écoles républicaines apprennent dans leur manuels que « L'Assemblée Constituante voulut porter remède »¹⁰⁰ car

⁹⁴ Ancienne mesure de capacité pour les grains, multiple du boisseau.

⁹⁵ Lévitique, XIX, 35 (cité par F. Jedrzejewski, p. 62)

⁹⁶ Job, 31,6/7

⁹⁷ Paucton p.46

⁹⁸ Jean Pierre Vernant, *Les origines de la pensée grecque*. Ed. Quadrige/PUF. Paris, 1962, p. 56.

⁹⁹ Adresse aux artistes; *Opus.Cit.*

les mesures n'étaient « pas uniformes dans toute la France ». « Les mesures ne se divisaient pas par 10 ce qui rendait les calculs très compliqués et très difficiles. »¹⁰¹

« Le système métrique décimal date de la Révolution » « c'est une grande réforme dont cette époque a doté la France. » « La longueur du mètre a été prise dans la nature même précisément pour [lui] donner un caractère international et universel. »¹⁰² « Les anciens systèmes comportaient des inconvénients très graves ». Les mesures anciennes avaient « des valeurs différentes ». « Les avantages du système sont tels que plusieurs nations étrangères l'ont adopté il y a lieu d'espérer que d'autres nations les imiteront »¹⁰³ ... En 2002, 51 nations ont signé la Convention du mètre. Qui est un Traité diplomatique qui signifie et atteste de la co-opération et l'entente métrologique au niveau international.

Préhistoire

Les chasseurs-cueilleurs

D'après les ouvrages et les articles consultés sur le sujet, à l'origine de l'humanité, le Paléolithique est une longue période qui commença il y a plus de 2 millions d'années pour finir à la fin de l'époque glaciaire 8000 à 9000 avant notre ère. Alors que l'Australopithèque, armé d'un caillou taillé, chassait de petits rongeurs, il pratique la pêche et la chasse avec des armes plus perfectionnées, plus adaptées et plus efficaces. L'homme se transforme physiquement et les chasseurs de l'âge du renne sont très semblables à nous. Leur technologie est plus élaborée que celles qui la précèdent. Ils chassent à la sagaie en os ou bois de renne, ils posent des pièges pour capturer leurs proies, ils utilisent des harpons pour pêcher. Les tribus s'organisent en groupes qui vivent dans des abris permanents ou des grottes dont ils ornent les parois. Ils ensevelissent leurs morts.

Les chasseurs-cueilleurs ne pratiquent ni l'agriculture ni l'élevage. Ils se nourrissent de chasse, de pêche et du ramassage des fruits et racines qu'ils trouvent dans leur environnement naturel et ne semblent pas avoir de pratiques métrologiques. Cependant Franck Jedrzejewski

¹⁰⁰ Leysenne La deuxième année d'arithmétique, Paris, 1888.

¹⁰¹ Idem.

¹⁰² Idem

¹⁰³ Idem

montre dans son ouvrage récent «*Histoire universelle de la mesure*»¹⁰⁴, qu'il existe des sortes d'objets, qui même si elles n'en sont pas, ressemblent à des règles graduées.

« L'art pariétal offre les premiers exemples d'expression « bien mesurée ». Ce sont des fragments d'os ou de pierres décorées d'incisions parallèles régulièrement espacées qui ressemblent étrangement à des règles graduées. Il semble bien difficile d'imaginer que ces séries d'encoches aient exprimé des distances, des signes arithmétiques ou calendaires. Rien ne permet de leur accorder une valeur symbolique autre qu'une expression rythmique bien cadencée où l'ordre et la proportion s'opposent à la démesure. Expression de nos horloges biologiques, de la parole et du mouvement des planètes, le rythme se mêle à la mesure, car la mesure est inhérente à l'homme et ne saurait être un événement contingent.»¹⁰⁵

Les chasseurs-cueilleurs, à travers le temps, améliorent considérablement leurs techniques. Les pointes de silex retrouvées dites «*Feuilles de lauriers*»¹⁰⁶ ou «*Feuilles de saule*» sont de très bonne facture. Le passage à une société sédentaire d'élevage et d'agriculture est possible. Cette possibilité repose sur un socle historique, social et technique «*déjà là*».

«Le phénomène le plus frappant de l'évolution des techniques est leur addition. Jusqu'à la disparition, il y a une génération à peine, des derniers tailleurs de pierres à fusil, toutes les acquisitions progressives de l'humanité étaient encore vivantes. Si l'on prend le seul domaine de la céramique, toutes les formes de fabrication, depuis les plus primitives peuvent être encore observées dans le monde actuel. [...]»¹⁰⁷

Les premiers vestiges de métrologie pondérale sont en pierre. Ils sont à la fois des œuvres d'art et des poids. Le Louvre conserve une série de poids en forme de canard¹⁰⁸, des poids ronds en pierre polie, en forme d'olive ou représentant des animaux ou des têtes humaines. Il est possible d'imaginer que la métrologie dès son organisation, même sommaire, bénéficie des techniques de la pierre, techniques qui sont «*déjà là*». Elle contribue nécessairement au développement de la technique de taille et de polissage de la pierre par les besoins de sa propre demande : la stabilité matérielle des étalons dans le temps et la régularité pondérale des «*copies*» ou étalons de classe inférieure. J'imagine que le but métrologique n'était pas d'améliorer les techniques de la pierre mais faire en sorte qu'au bout de la chaîne

¹⁰⁴ Franck Jedrezejewski *Histoire universelle de la mesure*. Ed. Ellipses, Paris, 2002, 416 p

¹⁰⁵ Franck Jedrezejewski *Opus Cit.*, p. 16 et 17.

¹⁰⁶ Une «*feuille de laurier*» est aussi un outil utilisé par les peintres. Cet outil sert entre autre à mastiquer et démastiquer les vitres.

¹⁰⁷ Marshall Sahlins *Âge de pierre, âge d'abondance. L'économie des sociétés primitives* Ed. Gallimard, Paris, 1972, p. 7

¹⁰⁸ Louvre Bb 2833 b,c,d – 9330, 9332, 13730, 13731, 13732, 13733

métrologique de cette époque ancestrale, le « poids standard » usuel soit fiable et serve équitablement les partenaires d'une transaction où des masses pondérales s'échangent.

L'activité de métrologie des Laboratoires de Masses et Grandeurs Associées (MGA) repose encore sur ce principe bien que nos techniques actuelles de matérialisation de l'étalon ne sont plus les mêmes. Autrement dit, le kilogramme n'est plus un poids de pierre, mais reste actuellement l'objet métrologique de référence pondérale. Des copies très proches de l'original donnent des étalons de haute précision qui entrent dans les circuits de l'activité scientifique, industrielle et commerciale.

Les premières sociétés agricoles

L'évolution rapide des sociétés humaines entre le Mésolithique et le Néolithique semble en partie explicable par des mouvements climatiques importants et la transformation des conditions de vie qui en découle.

Au début du néolithique le climat s'adoucit et devient à la fois plus humide et plus chaud. Les saisons s'accroissent. Le réchauffement, à partir de 8000 avant notre ère, favorise des économies nouvelles. Les groupes humains qui peuvent dorénavant se nourrir plus facilement sur un moindre territoire commencent à se sédentariser. Le changement social semble considérable. Les chasseurs-cueilleurs qui depuis des millénaires ont développé des connaissances innombrables sur les ressources naturelles qui les entourent, les agriculteurs-éleveurs deviennent sédentaires, ils cultivent la terre, ils élèvent du bétail, ils pratiquent les arts et les métiers. Cependant, concernant les valeurs d'échange, en matière d'économie, il semble qu'il n'y a pas de règles du jeu bien précises. Marshall Sahlins dit dans son ouvrage, « *Âge de pierre, âge d'abondance. L'économie des sociétés primitives* »

« Et de fait, les économies primitives paraissent défier toute systématisation. A partir d'un corpus de transactions transcrites ethnologiquement, il est pratiquement impossible de déduire les taux d'échanges.(cf.Driberg, 1962, p. 94; Harding, 1967; Pospisil, 1963; Price, 1962, p. 25; Sahlins, 1992). D'où l'ethnologue est tenté de conclure que les gens n'attribuent pas valeur fixe à leurs biens. Au mieux, lorsque l'on parvient à obtenir une table d'équivalence – Dieu sait par quels moyens tortueux ! »¹⁰⁹

¹⁰⁹ Marshall Sahlins *Opus Cit.*, pp 295-296

La Mésopotamie, berceau de la métrologie marchande

La civilisation de la Mésopotamie, le «Pays entre deux fleuves» situé entre le Tigre et l'Euphrate, est aussi vieille que celle du pays originellement nommé «Don du ciel», l'Egypte.

Les actuelles collines du Kurdistan étaient peuplées au paléolithique par des chasseurs-cueilleurs. Le néolithique, que les préhistoriens considèrent maintenant comme l'installation de la civilisation agraire, voit les populations d'agriculteurs et d'éleveurs se sédentariser dans les régions où le sol est fertile et le climat favorable. La Basse Mésopotamie est une contrée riche et, le devient encore plus quand, à la fin du IV^e millénaire avant notre ère, ses habitants maîtrisent l'irrigation.

La grande transformation

Il semblerait que les travaux d'irrigation réalisés font fructifier la terre, qui, correctement irriguée et travaillée, produit bientôt de considérables surplus de nourriture et de bétail. Cette importante production transforme profondément la société. Cette économie naissante transforme les statuts et les relations selon un processus mécanique qui semble inévitable et paraît échapper à la volonté des acteurs. À cet égard l'analogie avec le monde contemporain est impressionnante. Au III^e millénaire av. J-C au Pays de Sumer, les premières villes ou Cités-Etats se construisent en complément des villages d'agriculteurs, leur fonction est à la fois marchande et militaire. Même si dans certaines contrées moins fertiles ou éloignées des centres urbains, des tribus nomades ou semi-nomades résistent au pouvoir central, entre la fin du quatrième et le début du troisième millénaire avant notre ère, la campagne mésopotamienne se dépeuple au profit des Cités-Etats.

Les différences sociales semblent peu importantes et surtout liées à l'âge ou au sexe chez les villageois du néolithique ancien sont plus marquées dans les premières cités-Etats. Les membres de la société se répartissent suivant des strates où les uns sont en haut de l'échelle sociale (et détiennent petit à petit de plus en plus de pouvoirs et de privilèges) et les autres, situés plus bas sur cette échelle, sont gouvernés par les premiers. Cette nouvelle organisation sociale transforme également la répartition des populations entre villes et campagnes, la répartition de l'activité administrative et politique, vivrière et manufacturière. Comme le montrent des inscriptions sur des tablettes d'argile, des parchemins, dans la pierre, sur le bois ou le cuir, dès le 3^e millénaire avant notre ère, une population nombreuse est occupée à

diverses autres tâches que celles de l'agriculture dans le Pays de Sumer, en Chine ou en Grèce.

Certains auteurs attribuent à « l'organisation du travail » l'accroissement de productivité qui est à la racine de cette transformation, c'est à mon avis transposer la logique industrielle, celle de la « division du travail » de l'apologue des épingles d'Adam Smith à l'univers bien différent de la Mésopotamie et le scénario pourrait être tout autre. Les travaux des paléobotanistes montrent que les variétés de céréales comme le blé et l'orge ont fait l'objet de sélection entre - 8000 et - 5000 ans et le développement de l'art des jardins suppose un bond de productivité à l'hectare sans que la main d'œuvre nécessaire pour cultiver une même surface change. Sur l'ancienne Route de la Soie, aux abords de villes aujourd'hui sous le désert, la présence de troncs d'arbres fruitiers encore enfouis sous le sable atteste de la présence et de l'exploitation de vergers. Il semble aussi qu'à cette époque, les rites de sacrifice des enfants en surnombre ont diminué. Il est possible d'imaginer alors que le surplus démographique des villages s'est déversé dans les villes en même temps que le surplus de production vivrière, et cela d'autant plus aisément qu'il s'agissait des enfants de ceux qui restaient à la terre, lesquels continuaient à assurer une base de subsistance et de repli éventuel pour leur progéniture. Par ce mécanisme le commerce extérieur devient une composante structurelle de la société mésopotamienne. La Mésopotamie devient un des centres importants du commerce mondial de l'époque.

Transactions, comptabilité, écriture et métrologie

Les jetons de comptabilité et calculi

Aux côtés de tessons de céramique peinte de style halaf en terre cuite datant de 6000 à 5100 av. JC, une série de 12 jetons de comptabilité en argile¹¹⁰ est exposée au Louvre. Ces « calculi » trouvés en Mésopotamie du Nord, sont exposés avec de coupes campaniformes, de haches et de houe en silex, de lames de faucille en terre cuite modelée datant de 5300 à 4700 av. JC. Ces jetons de comptabilité en argile sont l'expression matérielle des plus vieux systèmes de comptage connus.

Certains de ces jetons représentent l'objet de la transaction, mouton ou vache. Quelques-uns de ces objets en argile de formes diverses ont été retrouvés à Tello¹¹¹ entre 1930 et 1931 par

¹¹⁰ Le Louvre – Paris AO 14472a – AO 11923 – AO 14245 a,b,c, AO 14244 c – AO 14246 b,e.

¹¹¹ Tello, situé sur une colline artificielle, est à 250 km de Bagdad.

l'archéologue Génouillac. Ils portent des signes numériques sous forme de traits et de points. Issues de Suse, d'autres pièces de comptabilité archaïque sont aussi exposées au Louvre. Elles datent de 3300 av. JC.



Des calculis

Dès le VII^e millénaire avant notre ère, il existe une forme archaïque de jetons de comptabilité que l'on nomme *calculi* (du latin *calculus* = calcul dans notre langue).

« Ces *calculi* sont de petits objets faits de main d'homme avec de l'argile molle, façonnés de formes diverses : petits bâtonnets allongés, billes, disques, petits ou grands cônes ; l'usage des *calculi* est très ancien, car les *calculi* sont connus dans des sites du VII^e millénaire avant notre ère. »¹¹²

Ces *calculi* sont enfermés dans des sortes de bourses ou bulles d'argile creuses. Sur une face de ces bourses d'argile, le sceau-cylindre¹¹³, marque distinctive et personnelle d'un notable ou d'un fonctionnaire représentant une instance religieuse ou palatiale, est imprimé dans l'argile.

« L'ensemble : bulle, sceau-cylindre, *calculi* composait un moyen d'enregistrer une transaction, un transfert de biens. Il est probable que des bulles identiques ont été faites en deux exemplaires, l'une conservée par la personne privée qui participait à la transaction, l'autre par l'administration. »¹¹⁴

¹¹² Herrenschmidt C. "L'écriture entre monde visible et invisible en Israël, en Iran et Grèce" In Bottéro J. Herrenschmidt C. Vernant J. *L'orient ancien et nous*. Paris, Hachette, 1996, p.98.

¹¹³ de nombreux exemplaires sont exposés au Louvre

¹¹⁴ Herrenschmidt C. *Opus Cit.*, p. 98

Plus tard, les bulles renferment toujours des *calculi* mais à la surface apparaissent des marques en plus du sceau-cylindre.

Enfin à l'étape suivante les bourses d'argile sont pleines et ne contiennent plus de *calculi*. Les quantités représentées auparavant par des *calculi* sont « écrites ».

« C'est seulement à partir de 2600 (premières inscriptions royales, et archives « littéraires » de Fara) que l'usage de l'écriture s'est étendu à d'autres domaines. Autrement dit, l'écriture mésopotamienne est apparemment née des besoins et de nécessités d'économie et d'administration, et toute préoccupation religieuse ou proprement « intellectuelle », paraît bien être exclue des ses origines. »¹¹⁵

Naissance du commerce et de la métrologie

Il semblerait qu'apparaissent presque simultanément **la cité, le marché, l'écriture, l'école, la métrologie et le fonctionnement judiciaire**. C'est à partir de 3500-2900 av JC, à l'époque proto-urbaine, elle-même divisée en deux sous-périodes, celle d'Uruk suivie de celle de Djemdet-Nasr, que les premières grandes villes apparaissent. Elles sont administrées par un roi-prêtre qui est à la fois un chef spirituel et politique.

Le développement des Cités-Etats de la civilisation du Proche-Orient ancien reposait largement sur le développement des échanges économiques. Cette naissance d'une économie non-autarcique génère des comportements sociaux et politiques où les processus de socialisation sont différents de ceux du néolithique villageois et, à fortiori, des chasseurs-cueilleurs.

Les nouvelles formes d'économie transforment les activités sociales liées à la production, à sa gestion, son organisation et à sa direction. Apparaissent des calendriers et des modes différents de reconnaissance sociale. La redistribution de la production, la levée des impôts, l'échange des surplus sur les marchés, les transactions avec les pays voisins entraînent la nécessité du comptage et de la métrologie. La protection des producteurs et celle des greniers nécessitent des gens d'armes. La bureaucratie fiscale, juridique et notariale se développe et nécessite des enseignements¹¹⁶.

¹¹⁵ Jean Bottéro. *La Mésopotamie. Opus Cit.*, pp. 138-139.

¹¹⁶ Jim Ritter dans sa conférence à l'Université de Tous les Savoirs (UTL) en l'an 2000 montra une tablette d'argile qui était à l'origine un exercice d'arithmétique scolaire, dont les résultats d'ailleurs étaient faux.

C'est à l'époque d'Uruk que naît l'écriture. Les tablettes d'argile montrent que depuis son invention vers 3000 ans av. JC environ l'écriture évolue depuis l'expression par pictogrammes jusqu'à l'écriture cunéiforme, c'est-à-dire en forme de coins ou de clous.

Les archives économiques écrites des Mésopotamiens parvenues jusqu'à nous sont très nombreuses. Sur les tablettes d'argile (ou en matériau plus dur), les anciens habitants de la Mésopotamie consignent à peu près tout ce qui fait l'objet de transactions. Ils écrivent les quantités échangées de grain, d'huile, de matériaux nécessaires à la construction, le paiement des salaires en nature, la surface des champs, le prix d'une maison et ses conditions de vente, les offrandes religieuses... Etc. Les diverses tablettes économiques issues de l'époque archaïque de Sumer permettent de reconstituer quelques aspects de l'organisation administrative et religieuse, marchande et de la vie de tous les jours.

Les temples et les palais sont des lieux de collecte de matières premières et de produits manufacturés, les volumes des transactions y sont importants.

« Le fait que les tablettes d'Uruk aient été localisées dans l'enceinte d'un grand temple de cette ville, et que ces pièces constituent manifestement des comptes rendus de mouvements de biens, avec quantités détaillées, puis totalisées, invite à penser que cette écriture avait été mise au point avant tout pour mémoriser de nombreuses et compliquées opérations économiques centrées sur le dit temple, propriétaire et redistributeur ou exclusif ou principal, des produits du travail dans le pays. Les dépôts de *Djemdet-nars* et d'*Ur* sont à peu près exclusivement constitués de pièces analogues, à la seule exception près d'un petit nombre de listes de signes, évidemment préparés pour l'apprentissage, l'entraînement et l'usage des scribes. »¹¹⁷

Datant de 2120 av. JC, une tablette se trouve être en fait le compte d'offrandes en chevaux, moutons et agneaux offerts aux dieux.¹¹⁸ Datant de l'époque d'Uruinimgina, vers - 2350, une tablette issue des archives des jardiniers royaux comptabilise les livraisons de fruits au Palais.

Les tablettes retrouvées sur les sites d'Uruk, Aklab et Kis datent de 3200 av JC. Les tablettes de Djemdet-nasr ont un siècle de moins. Elles ont été retrouvées à peu près aux mêmes endroits, Uruk et Kis. Les tablettes d'Ur datent de - 2700 environ et, celles qui ont été découvertes à Fara et dans le pays d'Akkad, de - 2600 environ. Ces tablettes et principalement celles d'Uruk sont les «*papiers d'affaires des* vieux habitants¹¹⁹» de la Mésopotamie.

¹¹⁷ Jean Bottéro, *La Mésopotamie. Opus cit.*, pp. 138-139.

¹¹⁸ Louvre AO 29968

¹¹⁹ Expression utilisée par Jean Bottéro

Les tablettes dont une collection importante se trouve au Louvre sont des recueils d'informations sur des quantités d'objets, de grain, quantité d'huile, de roseaux, etc.. Elles rappellent et parfois les circonstances de la transaction elle-même. Par exemple datant de - 2380 environ, sur un cône en terre trouvé à Tello, un texte écrit relate les clauses d'un contrat de vente d'une maison passé devant le «Notaire», Enentarzi, administrateur du temple du dieu tutélaire de l'Etat de Lagash à Ningirsu.

« Les clauses mentionnent le prix à payer. Des cadeaux de vêtements, de bière, de pain et d'orge sont offerts aux témoins. Ce cône percé d'un trou en son centre, était destiné à être « planté dans le mur », sans doute fiché sur un pieu pour identifier la transaction et la rendre publique. »¹²⁰

Vers - 3100 – - 2850, sur une tablette économique en argile dite «Aux équidés»¹²¹, des pictogrammes représentent différents équidés qui sont l'objet d'une transaction. Vers - 3000 en pré-cunéiforme sur une pierre verte est consigné un contrat de vente d'un champ en Basse Mésopotamie¹²². Sur une autre tablette¹²³, de l'An IV d'Enentarzi (vers - 2360), l'écrit concerne la livraison d'ânes à atteler. Les personnes à qui ils sont livrés sont un forgeron, un agriculteur, un charron.¹²⁴

Datant de - 2040 une grande tablette en argile à dix colonnes est en fait un livre de compte d'une manufacture. Sur ce livre de compte organisé en rubriques et comprenant plusieurs sections sont consignés le nombre de jours de travail des ouvriers vanniers qui fabriquent des paniers, des nattes, des voiles de bateaux. On y trouve l'inventaire et les détails des calculs des matériaux utilisés, bois, roseaux tressés, joncs, goudron... et les différences entre les matériaux entrés à l'atelier et les produits manufacturés qui en sortent.¹²⁵ A côté des tablettes exposées au Louvre qui dénombrent des objets et celles qui sont des contrats, d'autres représentent des plans cotés.

¹²⁰ Texte de présentation du cône. Louvre

¹²¹ Louvre Sb 6310

¹²² Louvre AO 8844

¹²³ Louvre AO 13300

¹²⁴ Les ânes portaient plus de 60 kilogrammes chacun et pouvaient aussi être attelés à des chariots légers ou tirer des outils agricoles. Les ânes étaient très prisés pour le transport des denrées sur les routes commerciales. Ils pouvaient passer dans des terrains escarpés et ils étaient résistants aux intempéries. Les chameaux ne furent domestiqués que plus tard au cours du premier millénaire avant notre ère.

¹²⁵ Louvre AO 6036

Une tablette en argile de la III^e dynastie d'Ur est le plan d'un terrain dépendant de la ville d'Umma.¹²⁶

Sur une autre tablette de – 2120 ce sont les dimensions du temple de Ningishzida, dieu personnel de Gudéa et de sa compagne.¹²⁷

Le récit de la reconstruction d'un mur par Adad-Nirari I, Roi d'Assyrie est inscrit dans l'albâtre depuis le début du XVIII^e siècle avant J-C. Une unité métrologique standard, utilisée par les architectes et maçons, «l'épaisseur d'une brique» existait probablement.¹²⁸

« Ce mur était délabré et en ruines, moi, Adad-Niravi ... je le restaurai. Je rebâti le mur en ruine du sommet à la base. Je lui donnai **une épaisseur de 14 briques** faites dans mon plus grand moules à briques¹²⁹, et j'y déposai mes inscriptions monumentales et celles de mes ancêtres. »¹³⁰

Les lettres cappadociennes

L'importance des écrits mésopotamiens est considérable. Ils ont principalement deux sources. Une source issue des écrits publics et une autre des écrits privés. Pour la deuxième source il existe une importante collection de textes de correspondance privée que sont des lettres dites «cappadociennes» retrouvées à Kanish et Bogazköy en Anatolie. Un certain nombre de ces lettres proviennent des colonies assyriennes. Elles datent du XIX^e – XVIII^e siècle av. J-C. D'après certains écrits—lettres, recueils comptables, procès-verbaux d'actes légaux et contrats de transactions marchandes, un fait apparaît. Ces écrits sembleraient indiquer que les guildes de marchands étaient très bien organisées et que des marchands réalisaient des transactions pour le Roi d'Assur dont la capitale était au centre de l'organisation commerciale, sans toutefois dépendre d'une organisation métrologique du type régalien. Ce fait montrerait que les règles de l'organisation métrologique n'étaient pas alors un droit du pouvoir régalien comme elle l'est devenue. Ceci peut amener à réfléchir plus largement à une configuration sociale où l'activité métrologique serait assurée par une société civile responsable d'elle-même, de son développement, et du respect de l'environnement en tant qu'espace commun¹³¹. Là où les

¹²⁶ Louvre AO 5677

¹²⁷ Louvre AO 13022

¹²⁸ Des approfondissements historiques sont en cours, ils devraient permettre de valiser cette hypothèse.

¹²⁹ D'après Powell les briques assyriennes et chaldéennes mesuraient un pied carré.

¹³⁰ Louvre AO19231

¹³¹ espace commun aussi aux autres espèces animales et végétales terriennes

marchands commerçaient et avaient pour cela de moyens métrologiques et se les sont donné, il est pensable de méditer sur cette idée et la transposer dans le présent du XX^e siècle.

« L'argent » mésopotamien

Les fouilles des différents trésors mésopotamiens montrent une caractéristique surprenante : l'anonymat des poids et celle des « monnaies »

« Pour l'époque achéménide¹³², un dépôt trouvé à Babylone en 1882 apporte une bonne image de ce que pouvait être la « monnaie » babylonienne au début du IV^e siècle. [...]. Le lot entré au British Museum avait la composition suivante : quelques monnaies grecques entières ou fragmentées, sept sicles perses entiers, des bijoux et des objets ouvragés en argent, des morceaux d'argent, des objets divers (anse de vase, bague en bronze au chaton gravé, amulettes, terre cuite, boucle d'oreille en or). J. Reade a pu montrer, en recourant aux archives du British Museum que ce lot ne représentait que 3,73 % du contenu originel : la quasi-totalité de la trouvaille était formée de **morceaux d'argent anonymes**, qui furent envoyés à la fonte, peu après la découverte du dépôt. »¹³³

En Mésopotamie, la monnaie n'est pas cette pièce ronde, portant une valeur et une effigie ou une marque d'Etat. Celle-ci naît au VI^e siècle av J.-C, « inventée » par Crésus, fils du roi Alyattès (- 610 – 560).

C'est en Asie Mineure qu'apparaît la nouvelle monnaie. Comme bien des innovations, elle coexiste avec les anciennes formes de paiements tels qu'elles se pratiquent en Mésopotamie, en Egypte et par les Phéniciens depuis plus de deux millénaires. La monnaie basée sur l'émission de pièces métalliques de valeur inférieure à leur valeur pondérale (la différence étant le plus souvent destinée à alimenter le trésor public), est une brillante invention. Ces pièces sont garanties et ultérieurement imposées par une entité politique émettrice¹³⁴.

Métrologie et confiance

Avant la monnaie, telle qu'elle apparaît avec Crésus, l'argent, l'or, le cuivre, des objets d'art, des bijoux, des pièces de soie, du grain, de l'huile, des coquillages servaient de monnaie. En Egypte, la monnaie telle que nous la connaissons n'existe qu'à partir de la fin du 1^{er} millénaire avant J-C.

¹³² La dynastie perse achéménide est fondée par Cyrus vers 550 av JC. Elle prit fin à la mort de Darlos III en 330. Les villes de Suze et de Persépolis restent les témoins de cette dynastie.

¹³³ Georges Le Rider. *La naissance de la monnaie*. PUF, Paris, 200, p. 3.

« Nous qui sommes habitués à utiliser un numéraire qui porte le nom et les types du pays où nous vivons, l'anonymat des moyens d'échanges mésopotamiens demeure surprenant. Nous nous imaginons que cet anonymat créait de multiples difficultés. Nous avons très probablement tort. Car les Mésopotamiens avaient atteint un haut degré de civilisation, comme on peut s'en convaincre en lisant les trois gros volumes des documents épistolaires du palais de Mari publiés par J-M. Durand. Ces peuples n'ignoraient rien des problèmes de la vie urbaine et leur activité commerciale était parfaitement organisée. Ils effectuaient des opérations financières les plus diverses et les plus complexes, établissant des contrats élaborés, tenant des comptabilités précises, faisant toutes sortes d'évaluations. Leur «monnaie » anonyme leur a donné satisfaction. Sinon ils ne l'auraient pas conservée pendant plus de deux millénaires : leur génie, dont nous avons tant de manifestations, les aurait amenés à inventer une autre forme de moyens d'échanges. »¹³⁵

Les plus vieux poids de pierre ont été retrouvés en Mésopotamie. Ils sont en pierre polie et, s'ils fournissent des indications sur les poids utilisés à la fois en Babylonie et au-dehors, ils ne sont pas marqués. Ils le furent plus tard. De ce fait découle l'existence d'une métrologie basée sur de solides relations de confiance entre les hommes et entre groupes. Le respect des mesures est sacré depuis des temps anciens et les fraudes métrologiques sont jugées ici bas par la communauté et d'en l'au-delà par les autorités divines. Une stèle funéraire en basalte est exposée au Louvre. Elle représente un marchand. Ce marchand de l'époque néo-hittite, (VIII^e siècle av. J.-C.), tient une balance à la main. Son souhait était sans doute, en posant pour la postérité, d'attester pour l'éternité d'une vie de marchand honnête☐

Que les plus anciens poids et les anciennes «monnaies☐ ne soient pas marqués est un fait remarquable. Il suppose une organisation métrologique fiable pour que la «monnaie-poids☐ soit garantie lors des échanges. D'après Power, environ **vers – 1750, la ville d'Ur avait au moins un vérificateur des poids et mesures☐ Sin-uselli**. Il est question de lui dans des bulles retrouvées dans une jarre de Larsa. ☐Des sanctions sont prévues pour les fraudeurs.

« Powell a cité le paragraphe 108 des Lois de Hammourabi (1792 – 1750 av. J.-C.), qui prévoit qu'une tenancière de cabaret qui refuserait d'accepter de l'orge en paiement de bière et qui ramasserait de l'argent en utilisant un poids de pierre plus lourd que le poids standard serait jetée à l'eau. »¹³⁶

Les poids marqués

¹³⁴ Cette monnaie est telle que nous la concevons encore, mais pourrait disparaître aussi, remplacée par l'utilisation des cartes à puces ou système analogue.

¹³⁵ Georges Le Rider. *Opus Cit.*, p.16-17.

¹³⁶ Georges Le Rider *Opus Cit.*, p. 11

Le Louvre conserve une série de poids datant de - 2094 à - 2047 environ. L'un d'eux est un poids en diorite de 2,520 kg, marqué « 5 mines légales »¹³⁷ inscrit au nom de Shu-Sin, Roi d'Ur. Un autre poids en diorite de 248 gr, soit un dixième du précédent, marqué « mine »¹³⁸ porte l'emblème du croissant lunaire. Il était utilisé dans le temple du Dieu-Lune à Ur.

A la fin de la période d'Uruk Suse est un important site commercial sur la route d'Iran, là où commence la route d'Asie. Datant du deuxième millénaire avant notre ère, des poids de pierre de formes diverses, ont été retrouvés sur le site par des archéologues. Par ailleurs, les fouilles de la Mission française à Ougarit mirent à jour plus de six cents poids. On en connaît maintenant la matière et la valeur pondérale.

30 %, soit 164 poids sont en hématite. Cette pierre très dure, soigneusement polie, permettait de réaliser des étalons résistants dans le temps. Ces poids de faible valeur (jusqu'à 20 sicles) servaient à peser l'or, l'argent et les pierres précieuses. 55 autres poids, soit 10 % environ sont en pierre plus fragile, stéatite ou chlorite. 8 autres poids en pierre pouvaient être ajustés à l'aide de tare en plomb. (On retrouve assez communément cette pratique sur les grandes places commerciales. Elle permet d'ajuster un poids pour qu'il corresponde à la valeur d'un étalon étranger particulier.) Les plus gros poids – de 1 à 30 kg - sont des galets en pierre moins ajustés. Aux côtés des poids de pierre retrouvés à Ougarit figurent des poids de métal. 10 % des poids sont en bronze. Certains ressemblent à ceux de Suse. Ils sont en forme de canard, de lion, caprins ou tête d'homme. Il semble qu'une quinzaine de poids de plomb soient des étalons locaux et les autres des étalons étrangers. Leurs formes et leurs masses sont différentes des étalons locaux.

La recherche effectuée à Ougarit est importante car elle permet d'illustrer, par le nombre et la valeur des poids, le rôle de la métrologie dans les échanges internationaux et révèle des informations sur l'organisation locale de la métrologie au sein d'un centre commercial prospère et actif sur la Route de la Soie.

« Comme on pouvait s'y attendre, le système syrien ougaritique est le mieux représenté avec au moins 314 exemplaires (55%), auxquels s'ajoutent 74 poids du système voisin associé (sicle à 8,7 gr, 8,8 gr). Ensuite vient le système dit mésopotamien ou babylonien, (sicle à 8 gr, 8,4 gr), représenté par 110 exemplaires, chiffre élevé puisqu'il correspond à 20 % au total, puis le système ancien qui était déjà celui du royaume d'Ebla au III^e millénaire av J-C. (sicle à 7,83 gr) et continua à être utilisé à Karkémish à

¹³⁷ Louvre AO 246

¹³⁸ Louvre AO 22187

l'époque hittite¹³⁹, représenté à Ougarit par une vingtaine de poids (3,5%). [...] Enfin, sous réserve, on croit pouvoir classer 7 poids dans l'orbite du système égéen. »¹⁴⁰

À Ougarit les poids retrouvés dans la partie spécialisée des affaires nationales du palais appartiennent tous au système pondéral local. D'autres, issus de la partie spécialisée des affaires étrangères du Palais, sont en nombre des poids-étalons étrangers. Les archives et les masses retrouvés chez les marchands montrent que le commerce international était pratiqué, tout comme en Mésopotamie, à la fois par les institutions, les familles et les individus.

L'économie administrée d'Égypte

L'économie égyptienne jusqu'à l'aube de notre ère, tout en ayant un système métrologique conséquent, ne semble pas avoir développé ses systèmes de mesure par et pour le marché. Les Égyptiens organisent des expéditions au long cours mais celles-ci ne semblent pas avoir de caractère mercantile. Pharaon désire et c'est pour répondre au vœu du Roi-dieu que les fonctionnaires mettent sur pied des expéditions à long court en dehors de la vallée du Nil. Sur les routes commerciales, les envoyés d'Égypte sont mandatés par des instances politiques ou religieuses mais n'agissent pas en leur nom propre.

Bleiberg¹⁴¹ dit qu'il semble même qu'il n'y ait pas en égyptien ancien de mot pour dire « vendre ou acheter ». Tout le vocabulaire est celui de l'échange et du troc. D'après lui, en Égypte Ancienne, on n'achète pas des matières premières ou des objets manufacturés dans le but de les revendre plus chers afin d'en tirer profit mais pour répondre au désir royal. Il souligne que la première émission de monnaie égyptienne a lieu vers - 380 à - 363.

Cette émission de monnaie n'a pas comme objectif de payer des denrées issues du commerce mais de rétribuer des mercenaires grecs employés en Égypte.

L'Égypte échange. Elle importe des huiles de différentes essences d'Anatolie, des pins et des cèdres du Liban pour la charpenterie des palais et des temples¹⁴², de l'ébène d'Afrique, de l'encens de Somalie, du vin de Syrie, du cuivre de Chypre, de l'or du Soudan, de l'étain d'Iran et de l'argent d'Anatolie. Les Égyptiens se procurent des armes de Syrie et les font venir des îles de la mer Egée. Ils importent du lapis-lazuli d'Afghanistan par l'intermédiaire

¹³⁹ II^e millénaire av J-C.

¹⁴⁰ Courtois J-C. in "Prix, salaires, poids et mesures", dir. Gyselen R. *Res Orientales*. Paris 1990, p. 120

¹⁴¹ Bleiberg E. in SASSON (J.M) Editor in Chief. *Civilizations of the Ancient Near East*, Volume III.

¹⁴² Tout comme les Mésopotamiens à la même époque

des Mésopotamiens qui en détiennent le monopole. L’Égypte exporte et troque des lentilles, du poison sec, des cuirs, des cordes, des tissus, du papyrus et de la vaisselle de valeur. Les documents économiques écrits de l’ancienne Égypte sont issus de plusieurs sources. Ce sont des documents administratifs des palais et des temples et la documentation privée. Malgré leur richesse, les archives administratives sont souvent parcellaires. D’après les experts, il semble impossible de modéliser l’économie égyptienne en s’appuyant sur ces données éparses. Cependant, il semble que ces données éparses montrent que le système économique égyptien diffère profondément de celui des pays voisins et en particulier de sa grande voisine, la Mésopotamie. Les deux grandes puissances échangent l’une avec l’autre sans pour autant fonctionner sur un même modèle économique. Alors que la Mésopotamie développe ses échanges internationaux sur une base d’échanges marchands, l’Égypte n’entre pas dans une économie de marché. La pratique intérieure est basée sur une économie dite de redistribution. Dans cette organisation, l’ensemble de la production agricole et manufacturée est collecté par une administration centrale qui redistribue à chacun et suivant son rang une sorte d’allocation journalière. *“Un tel système repose sur un pouvoir central fort d’une part, et une grande confiance dans la capacité de redistribution de produits et des services aux producteurs, de l’autre. La redistribution nécessite des relations particulières renforcées par une responsabilité et une confiance mutuelles”*¹⁴³

“L’unité standard journalière” en Égypte ancienne

Chaque ouvrier reçoit une sorte d’«*unité standard journalière*» de grain et de bière. Cette unité standard semble avoir été très réglementée. D’après Bleiberg, le salaire moyen journalier est calculé d’après cette unité. Elle vaut environ 10 pains et de 0,33 à 2 mesures de bière pour un ouvrier. Ensuite, suivant le rang ou la qualification des personnes, elle peut être multipliée de 2 à 50 fois. Il est probable que ce mode de redistribution mettait sur les marchés locaux du grain et de la bière qui servaient de moyens d’échange.

La journée de temple

E. Bleiberg parle également de la «*journée de temple*»¹⁴⁴. Cette unité spécifique aux lieux de culte représentait un pourcentage de tout ce qui était alloué ou donné au Temple en grain,

¹⁴³ «Such a system depends heavily on a strong central government on the one hand and a firm trust in that government’s ability to deliver goods and services back to producers on the others. Redistribution demands personal relationships that are reinforced by mutual responsibility and trust.» Bleiberg E. *Opus Cit.*, p. 1375

¹⁴⁴ «Temple days» Bleiberg E. *Opus Cit* p. 1380

bière, viande, etc. La totalité des offrandes et des revenus était divisée par 360. L'unité valait $1/360^e$ du total des dons aux prêtres. Le personnel recevait $2/360^e$ du total de ce revenu pour une « journée de temple » et le prêtre en chef $4/360^e$.

Une métrologie spécifique

L'arpentage ou la pesée sont des pratiques anciennes en Égypte. L'astronomie, la géométrie et la métrologie y étaient fort bien connues. Les bâtiments et les pyramides, dont la première a été érigée vers -2600 ans av. J.-C., attestent de ce fait. Il est raisonnablement impossible de concevoir de semblables constructions sans système métrologique cohérent. Les Égyptiens pratiquent aussi l'astronomie et ont été de très grands astronomes. Aujourd'hui encore, il suffit de regarder toutes les conjectures faites sur leurs connaissances astronomiques mises en œuvre dans le choix de l'emplacement, la position et les formes de construction des pyramides.

Le nilomètre

Instrument de mesure, le nilomètre permettait de prévoir l'ampleur que prendrait la crue du Nil et aux scribes d'en déduire le montant des redevances dues par chaque famille exploitant la terre. Ils tenaient une comptabilité très précise des crues successives. Ces informations étaient d'une grande utilité pour les paysans et pour les agents de Pharaon. L'ouvrage est constitué par une volée de marches creusées sur la berge du fleuve, chacun des paliers constituant une mesure. Celle-ci indique l'ampleur de la crue et en même temps et d'une certaine manière renseigne les agents du pouvoir sur la fertilité annuelle des terres inondées.

La psychostasie

Transgresser les règles du jeu métrologique est un délit important pour les anciens Égyptiens. La mesure est inscrite dans les rites religieux. Osiris préside à la psychostasie. Le cœur est siège de l'âme pour les Égyptiens. Lors des funérailles, il est posé sur un des plateaux d'une balance sacrée, la *Maât*, ou plume de la Vérité sur l'autre. Si le cœur du défunt est plus lourd que la plume de la vérité, il est dévoré par le terrible dieu *Ammit*. Pendant la cérémonie, le défunt fait confession négative de toutes les fautes qu'il n'a pas commises. Et dans le Livre des morts, il est souvent question de respect des poids et des mesures.

Le défunt affirme qu'il n'a pas « tranché le boisseau », amoindri l'aroune¹⁴⁵, triché sur les terrains, ajouté au poids de la balance, faussé le peson de la balance... Mais il est difficile

¹⁴⁵ Unité de surface agraire

de ne pas penser que si certains Egyptiens affirment devant Osiris et les dieux-juges qu'ils n'ont pas trafiqué les mesures de leur vivant, d'autres devaient bien le faire□

L'œil d'Horus

La légende dit que le frère d'Osiris, Seth, très jaloux, le tue. Après à son crime, il attaque le fils d'Osiris□Horus. Au cours d'une bataille sanglante, Seth arrache l'œil gauche d'Horus, le coupe en six morceaux et le jette dans le Nil. Le dieu Thot malgré tous ses efforts ne récupère que cinq morceaux de l'œil d'Horus mais par magie il ajoute le sixième morceau manquant et rend ainsi son unité à Horus. L'œil d'Horus se dit *oudjat* en égyptien ce qui veut dire "complet". La somme des fractions de l'*oudjat* ne fait que 63/64. Le 1/64 qui manque est la part magique qu'a rajouté Thot pour redonner à l'œil son unité. C'est un œil souligné de deux marques colorées caractéristiques du faucon pèlerin. Les Égyptiens l'utilisaient pour indiquer les fractions de l'*equat*, unité de mesure de capacité qui servait pour les matières sèches. D'après Franck Jedrzejewski, l'*equat* valait 4,54 litres.

Sur la Route de la Soie : la métrologie internationale et le commerce au long cours

Longévité de la Route de la Soie

La Route de la Soie, reliant la Chine à la Méditerranée est sans doute la première des «mondialisations» économiques. Elle fonctionne entre le II^e siècle av. J.-C. et la conquête islamique vers le huitième siècle de notre ère mais les débuts du commerce au long cours commencent à l'époque mésopotamienne et se prolongent après la conquête islamique, au moins jusqu'à la fin du XV^e siècle, au début de la Renaissance. Cette route est donc un champ d'observation particulièrement intéressant pour l'histoire de la métrologie car même si les données disponibles sont fragmentaires, elle s'étendent sur quelques six mille ans.

Les documents archéologiques attestent bien avant les écrits de l'importance des routes commerciales et de la vitalité du commerce international dès la fin du quatrième millénaire avant notre ère. D'après les documents écrits militaires (royaux) et commerciaux (en particulier les lettres dites de Cappadoce), pendant de longs siècles, les armées et les caravanes ont emprunté les mêmes routes. Les caravanes étaient escortées par des mercenaires armés. Les routes n'étaient pas pavées mais étaient entretenues. Leur tracé dépendait des points d'eau et des lieux de ravitaillement, de la hauteur des cols, de la profondeur des gués et des passages montagneux ou désertiques difficilement franchissables. Sur ces routes, les humains, leurs chariots, leurs ânes bâtés et plus tard leurs chameaux circulaient. L'arpentage,

le bornage et l'entretien des routes étaient des tâches régaliennes tout comme celles d'élever des temples et des palais, de creuser et d'entretenir les voies d'eau et les canaux, d'ériger et de garder en bon état les fortifications des villes. Samarcande et Boukhara sont des villes commerciales importantes sur la Route de la Soie.

Le bèru

Sur les routes, les Babyloniens et les Assyriens ont une unité de distance commune : le *bèru* ou «Heure-double». C'est la distance parcourue par un homme pendant deux heures de marche. Le *bèru* a un sous-multiple la coudée. Appartenant à un système métrologique ancien, le *bèru* est de valeur différente suivant les lieux et n'a donc pas de valeur unique.

Les poids et le commerce

En Ouzbékistan des fouilles ont mis à jours des vestiges d'anciennes cités dans la vallée de Zeravcham. Le fleuve y fournit l'eau nécessaire pour irriguer les terres depuis la plus haute Antiquité. D'après Abdula I. Isakov¹⁴⁶, la cité de Sarazm¹⁴⁷ située dans une oasis de cent kilomètres carrés de superficie est riche en minéraux précieux et semi-précieux. Divers objets ont été retrouvés dans les fouilles des bijoux et des ornements de coquillage, des perles en agate, onyx, lapis-lazuli, cornaline et en turquoise et des poids. Trois poids en forme de disque, qui sont analogues à ceux d'Anaou, important foyer métallurgique depuis la fin du V^e millénaire et de ceux de Altyn-Dépé en Asie Centrale. Ces poids sont similaires à ceux de Kara-Dépé¹⁴⁸ et Mundigak en Iran. Les poids de Sarazm et ceux de forme semblable ont été comparés entre eux, leur masse varie entre 19,05 et 12,2 kg.

« Dans la vallée de l'Indus les fouilles ont mis à jour également de nombreux objets dont des poids. Une exposition de 1989 « Les cités oubliées de l'Indus » a permis d'exposer certains de ces poids. Des cachets de style de l'Indus ont été retrouvés sur des sites mésopotamiens de la deuxième moitié du III^e millénaire et du début du II^e millénaire. « Les artisans se servaient d'étalon communs. [...] Les poids dans leur grande majorité sont des cubes, mais il en existe qui sont sphériques, cylindriques ou coniques. Ils sont faits de pierres diverses, calcaire, stéatite, calcédoine etc. Les plus précis sont en silex soigneusement préparés et polis. Le système de poids de l'Indus, dont aucun n'est marqué, suit, à partir de la valeur la plus petite, 0,8516 g, une progression à première vue déroutante. Ce système se simplifie si on prend le poids de 13,625 g, les sous-multiples s'organisent en fractions croissantes, et les multiples suivent un système où s'harmonisent système binaire et système décimal.»¹⁴⁹

¹⁴⁶ Abdula I. Isakov. "Sarazm et la civilisation de l'Asie Centrale", *Dossiers d'archéologie*, n° 185.

¹⁴⁷ de l'ancien mot *Sar-i-zanin* « commencement de la terre »

¹⁴⁸ En Turkménie, où se situe Alryn-Dépé des canaux mis à jour montrent que les agriculteurs pratiquaient l'irrigation des cultures depuis - 4800 – 3000 ans avant notre ère.

¹⁴⁹ Catalogue de l'exposition 1989. *Les cités oubliées de l'Indus* p. 173-173.

Les mesures en Chine

Dans l'ancienne Chine, l'étalon de toutes les mesures est sonore ¹⁵⁰. La note kong est à la base des unités de longueur. «*Seu-ma Ts'ien assure de Yu-Le-Grand que sa voix était l'étalon des sons, son corps les mesures de longueur et de poids.*» ¹⁵¹

La légende dit de Yu (II^e millénaire av J.-C.) qu'il parcourut le monde jusqu'à ses extrémités, qu'il le stabilisa par cinq montagnes sacrées situées aux et points cardinaux et au centre. Il mesura l'espace et il en fit une carte qu'il reproduisit sur neuf chaudrons de bronze.

« Le fondateur de l'empire chinois, Huang-Ti, fixa les "Cinq mesures" : la distance entre deux nœud d'une tige de bambou produisant un certain son déterminé était prise comme étalon de longueur. Un Bambou creux capable de contenir 1200 grains de riz était pris comme unité de capacité et cent de ces unités formaient un litre antique. Le poids de 1200 grains était pris comme unité de masse et 16 fois ce poids formait la livre antique. » ¹⁵²

Par delà de la légende, au VIII^e siècle, alors que Charlemagne unifie les poids et les mesures en Europe, une expédition chinoise mesure un arc du méridien terrestre sous la direction de Yi Xing et de Nagong Yue. «*Cette mesure géodésique couvrit une ligne qui n'avait pas moins de 2 500 kilomètres, depuis l'Indochine jusqu'aux frontières de la Mongolie.*» ¹⁵³

D'autre part

« C'est au pays du fleuve Jaune qu'on découvrit, bien plus tôt qu'ailleurs, la valeur des fractions décimales, l'espace blanc pour le zéro ¹⁵⁴ et la métrologie décimale allant de pair avec cette découverte. Vers le premier siècle avant notre ère, les artisans chinois vérifiaient leur travail à l'aide de pieds à coulisse à échelle décimale. » ¹⁵⁵

Les gabarits phéniciens

La période historique phénicienne commence au XII^e siècle av. JC. Cependant sur le site de Byblos, les vestiges archéologiques attestent d'une forte présence humaine organisée au

¹⁵⁰ Les métrologues aujourd'hui développent des mesures acoustiques en métrologie.

¹⁵¹ HALL (J.) *Dictionnaire des mythes et des symboles*. Ed. Guy Montfort, Paris, 1994, *Dictionnaire des symboles*, P.628

¹⁵² D'après l'article de M. Chenlott C. WU, "L'unification des poids et mesures en Chine" paru dans la *Revue de métrologie pratique* de février 1934.

¹⁵³ Joseph Needham. *La science chinoise et l'Occident*. Seuil, Paris, 1969, p.25

¹⁵⁴ Les mésopotamiens connaissaient aussi l'espace blanc pour le zéro.

¹⁵⁵ Joseph Needham *Opus cit.*, p.11

néolithique vers le V^e millénaire. Les anciens phéniciens sont agriculteurs et pêcheurs. Ils développent l'art de la céramique décorée et de la sculpture de galets. C'est au IV^e millénaire que se rapprochent les Mésopotamiens et les Phéniciens. De mêmes œuvres artistiques ont été retrouvées sur le site d'Ur et de Byblos.

Dès le début du III^e millénaire des liens étroits sont attestés entre Byblos et le Delta du Nil. Il y a un temple égyptien à Byblos où les Egyptiens viennent se fournir en métaux, en bois et articles précieux. En contrepartie, ils exportent du lin et des objets d'art en métaux précieux.

Pour leurs travaux de charpenterie marine les Phéniciens utilisaient pour construire et réparer leurs bateaux des gabarits « standards ». Deux navires puniques du III^e siècle av. J.-C. ont été retrouvés sur un fond marin au Nord de Marsala, ils attestent de cette technique de construction.

« Les deux navires sont constitués entièrement de pièces de bois séparément préfabriquées et assemblées ultérieurement. La preuve en est la présence, sur le bord, de pièces détachées, de lettres de l'alphabet punique et de lignes-guides qui devaient servir de repère aux charpentiers. »¹⁵⁶

La « standardisation » de composants de fabrication est importante. Elle est à mettre en parallèle avec le fait que, au XX^e siècle, les performances métrologiques et les progrès concomitants des usinages ont permis un bond de productivité dans l'industrie de l'armement entre autres. Les composants des armes à feu (fusils, revolvers, pistolets-mitrailleurs et mitrailleuses) ont pu être fabriqués en très grande série dans des lieux différents et ensuite assemblés de manière indifférenciée. Cette standardisation facilita également l'approvisionnement en munitions et pièces de rechange. C'est toute la logistique militaire qui s'en trouva transformée.

Aujourd'hui, en plus de l'industrie de l'armement, une part importante des produits manufacturés est assemblée à partir de pièces détachées et standardisées fabriquées aux quatre coins du monde. Pour les ordinateurs par exemple, les processeurs sont fabriqués à un endroit, les cartes à puces à un autre et ainsi de suite jusqu'à l'assemblage final.

Le troc

¹⁵⁶ Sabatino Moscati. Dir.. *Les Phéniciens*. Paris, Stock, 1988, p.91

Les Phéniciens se servent de standards métrologiques pour construire leurs embarcations mais échangent aussi avec des indigènes en troquant de marchandises. Cette pratique est relatée par Hérodote.

«Lorsqu'ils [les Phéniciens] arrivent, ils débarquent leurs marchandises, les déposent en rang le long de grève, se rembarquent dans leurs vaisseaux, et font de la fumée. Les indigènes, voyant cette fumée, se rendent au bord de la mer, déposent de l'or qu'ils offrent en échange de la cargaison, et s'en retournent à distance. Les Carthaginois débarquent, examinent l'or ; s'il leur paraît équivaloir à la cargaison, ils l'enlèvent et s'en vont ; s'il ne leur paraît pas équivalent, ils remontent dans leur vaisseau et s'y tiennent. Les indigènes s'approchent et ajoutent de l'or à ce qu'ils avaient déposé, jusqu'à ce qu'ils les aient satisfaits. Ni l'une ni l'autre des parties, disent les Carthaginois, ne fraude : eux-mêmes ne touchent pas à l'or avant qu'il ait atteint à leur avis une valeur égale à la cargaison, et les indigènes ne touchent pas aux marchandises avant qu'eux n'aient pris l'or. » (Hist., IV, 196)¹⁵⁷

Dans ce passage d'Hérodote, rien ne nous dit si parfois les Carthaginois qui ne font pas affaire doivent recharger leurs marchandises sur leurs bateaux et tenter leur chance auprès d'autres indigènes.

La Grèce

À l'aube du II^e millénaire, le monde égéen vit vraisemblablement comme ses grands voisins avec qui il entretient des relations d'échange de biens et de culture.

« La vie sociale apparaît centrée autour du palais dont le rôle est tout à la fois religieux, politique, militaire, administratif, économique. Dans ce système d'économie palatiale, comme on l'a appelé, le Roi concentre et unifie en sa personne tous les éléments du pouvoir, sous les aspects de la souveraineté. Par l'intermédiaire des scribes, formant une classe professionnelle fixée par la tradition, grâce à une hiérarchie complexe de dignitaires du palais et d'inspecteurs royaux, il contrôle et réglemente minutieusement tous les secteurs de la vie économique, tous les domaines de l'activité sociale. »¹⁵⁸

Quand l'ancienne société organisée autour du palais disparaît, avec elle disparaît l'élément de cohérence sociale et politique : le pouvoir central. De profondes transformations sociales en découlent.

La polis apparaît avec le logos.

La parole était jusque-là réservée au Roi-dieu et au sacré. Elle devient publique. L'écriture réservée à une élite au service du pouvoir royal devient un moyen de communication accessible « à tous ».

¹⁵⁷ Sabatino Moscati. *Opus Cit.* p.95

D'après Jean-Pierre Vernant lorsque le monde grec «**renaît**», à la fin du IX^e siècle av. J.-C., il ne ressent plus la «**citité**» de la même manière que les anciennes civilisations où le Roi-dieu, l'*anax*, chef militaire et organisateur des armées, réglementait toute la vie religieuse, économique et sociale. La loi est issue de la décision commune et devient la règle pour tous. Tous les «**citoyens libres** » et égaux sont également responsables de la vie politique. Cependant cette politique repose en fait dans la réalité de tous les jours, sur un système à deux vitesses□d'un côté les citoyens libres et instruits et de l'autre les ignorants et les esclaves.

Il est remarquable que lorsque les Grecs inventent la «**démocratie**», ils utilisent des concepts liés à la mesure et à la géométrie pour construire par la logique, une nouvelle idée de l'égalité politique entre les citoyens.

«**Ceux qui composent la cité, si différents qu'ils soient par leur origine, leur rang, leur fonction, apparaissent d'une certaine façon « semblables » les uns aux autres. Cette similitude fonde l'unité de la Polis, parce que pour les Grecs, seuls les semblables peuvent être unis par la *Philia*, associés en une même communauté. Le lien entre l'homme et l'homme, va prendre ainsi, dans le cadre de la cité, la forme d'une relation réciproque, réversible, remplaçant les rapports hiérarchiques de soumission et de domination.**

Mais l'expérience sociale n'a pas seulement fourni à la pensée cosmologique le modèle d'une loi et d'un ordre égalitaire se substituant à la domination toute-puissante du monarque. Le régime de la cité nous a paru solidaire d'une conception nouvelle de l'espace, les institutions de la *polis* se projetant et s'incarnant dans ce que l'on peut appeler un espace politique. »¹⁵⁹

L'homme est logiquement capable de réguler à la fois son espace intime et son espace social, cela peut être une manière de lire la célèbre phrase de Protagoras□

«L'homme est la mesure de toute chose**»¹⁶⁰□**

Mis en scène par Platon, Socrate et Protagoras discutent avec sagesse et philosophie de la science et de l'art de la mesure.□

«**Socrate - Si donc notre bonheur consistait à faire et à choisir ce qui est grand et à éviter ce qui est petit, où trouverions le salut de notre vie ? dans l'art de mesurer et dans la faculté de saisir les apparences ? N'avons-nous pas vu, que celle-ci nous trompait, nous faisait interpréter les mêmes choses de cent façons, et regretter nos actes et nos choix, relativement à la grandeur et à la petitesse tandis que l'art de mesurer aurait**

¹⁵⁸ Jean-Pierre Vernant *Opus Cit* p.18.

¹⁵⁹ J.P. Vernant, *Opus cit.* p. 56.

¹⁶⁰ L. Bedin *Lire le Protagoras.* Opus cit. p. 8

enlevé toute autorité à cette illusion et, nous révélant la vérité, aurait assuré à notre âme une tranquillité fondée sur le vrai et sauvé ainsi le bonheur de notre vie ? Nos gens reconnaîtraient-ils là que le salut dépend de l'art de mesure et non d'un autre ?

Protagoras - De l'art de mesurer, convint Protagoras.

Socrate - Mais si notre salut dépendait du choix du pair et de l'impair, et qu'il fallut choisir sans nous tromper le plus ou le moins, en les comparant chacun avec lui-même ou l'un avec l'autre, soit qu'ils fussent proches, soit qu'ils fussent éloignés, qu'est-ce qui pourrait assurer notre salut ? Ne serait-ce pas une science ? ne serait-ce pas une science des mesures, puisqu'il s'agit ici de l'art de mesurer l'excès et les défauts des choses ? [...]

Socrate - Mais puisqu'il nous a paru que le salut de notre vie dépend du juste choix des plaisirs et des douleurs, selon qu'ils sont plus nombreux ou moins nombreux, plus grands ou plus petits, plus éloignés ou plus rapprochés, n'est-il pas évident que l'examen de l'excès, du défaut et de l'égalité des uns par rapport aux autres suppose une méthode de mensuration ?

Protagoras - Absolument évident

Socrate - Si c'est une méthode de mensuration, il faut à coup sûr que ce soit un art et une science. »¹⁶¹

Enfin la «monnaie» qui est impossible à dissocier ni de la mesure, ni de la loi, ont en grec une même étymologie.

«Monnaie [en grec] se dit *nomista*, terme apparenté à *nomos*, la loi. E. Laroche (histoire de la racine MEN – en grec ancien, Paris, 1949), souligne que tous les mots de cette famille « étaient entièrement pénétrés de notions éthiques sur lesquelles nous insistons...distribution, répartition, appréciations et hiérarchisation des valeurs ...»

Ce qui permet d'affirmer que l'institution monétaire fut, plutôt que le fruit de l'évolution du commerce grec archaïque, un des aspects de la régulation (de la «monomisation», pourrait-on dire) des structures internes de la société.¹⁶²

De l'Empire romain à la période carolingienne

L'ordre romain domine en Gaule lorsque les Burgondes, les Wisigoths et les Francs viennent s'y fixer. Les mesures romaines sont les plus répandues dans l'espace gallo-romain. Les impôts et les tributs de toutes natures, en argent ou en matière première sont évalués en mesures romaines. Les ouvrages d'art sont également construits avec des mesures romaines. Les mesures de longueur et de distance romaines sont les *pes*, *palmus*, *digitus*, *cubitus*, *passus*, *décempeda*, *actus*, *staduim*, *milliarium*¹⁶³. Les mesures d'aire sont, *pes quadratus* ou

¹⁶¹ Platon. *Protagoras*, (traduction, notices et note par Emile Chambry). Ed. Flammarion, Paris, 1967, pp.86-87

¹⁶² Le Rider. G. *Opus cit.*, P. 78.

¹⁶³ Pied, palme, doigt, coudée, pas, perche, acte, stade, mille.

pied carré, *décempeda quadratus ou perche carrée* etc... La mesure de volume, l'amphore ou pied cube, avait avec la livre (*libra*), un rapport \square un quatre-vingtièmes de la masse d'eau contenue dans l'amphore ou pied cube représente la livre.

Les étalons romains sont souvent de pierre et déposés au Temple de Jupiter à Rome mais aussi dans les lieux marchands les plus fréquentés. Les vérificateurs des mesures et des poids sont assermentés et ont le droit de détruire les fausses mesures. Le proconsul a les mêmes pouvoirs que son homologue à Rome pour organiser la métrologie légale en Gaule sous la domination de l'administration romaine. Il surveille aussi l'émission de la monnaie.

« Propriété impériale, les ateliers monétaires fonctionnaient grâce à des équipes d'ouvriers aux tâches parfaitement définies. L'*aequator* vérifiait le titre (c'est-à-dire la régularité de la composition métallique des flancs et le poids des monnaies émises »¹⁶⁴

À partir du III^e siècle, la production monétaire des ateliers gallo-romains semble bien organisée et chaque atelier signe sa monnaie.

Coexistence de mesures différentes

Les nations « \square Barbares \square apportent avec elles des organisations politiques, des coutumes et des systèmes de mesure. Il semble que parmi les envahisseurs de la Gaule, seuls les Wisigoths connaissent la monnaie. Leur outil monétaire est adopté par l'ensemble des envahisseurs, mais la monnaie de bronze romaine largement répandue sur le territoire est encore longtemps utilisée et d'autres mesures et monnaies grecques, arabes, romaines, gauloises coexistent en paix.

Lorsque les nations barbares se fixent en Gaule, elles apportent avec elles leurs mesures et leurs lois qui toutes coexistent sur un même territoire. Par exemple, dans un même lieu, un Franc peut être jugé par une loi franque et un Gaulois par une loi gauloise, bien que les deux appartiennent à une même nation. Malgré la diversité des coutumes et des lois, il semble que l'entente entre les peuples était réelle.

Au 1^{er} siècle de notre ère, l'empereur romain Auguste¹⁶⁵, petit-neveu et héritier de Jules César, instaure à Lyon une **assemblée** des Trois Gaules. Lyon devient à cette occasion centre

¹⁶⁴ Un atelier monétaire gaulois, source : Musée de la Monnaie. Paris.

¹⁶⁵ Le règne d'Auguste est considéré comme une des plus brillantes périodes de l'histoire romaine. Horace, Tite-Live Ovide et Virgile furent protégés par Auguste.

émetteur de monnaie. Un monument d'importance décrit par Strabon (IV, 3, 2) scelle l'entente.

«Le sanctuaire dédié par l'ensemble des peuples à César Auguste s'élève devant la ville à la jonction même des deux fleuves. Il comporte un autel considérable, orné d'une inscription énumérant 60 peuples et de statues de chacun des peuples, et un autre autel de grande dimension »¹⁶⁶

L'oeuvre de Charlemagne

Charlemagne est un personnage historique emblématique et symbolique. Il unifie un immense territoire, et avec l'aide des ecclésiastiques et des grands barons, il organise l'administration et l'armée. Dès 789, exactement mille ans avant la Révolution française, il s'occupe d'unifier les mesures et les monnaies sur tout le territoire de son impérial. Charlemagne est à l'Empire franc ce qu'Auguste était à l'Empire romain. Il est seul titulaire du droit de battre monnaie. Il ouvre et organise selon sa volonté les ateliers monétaires et les ferme quand cela lui semble nécessaire. Lui seul décide du titre et du poids des monnaies émises et des figures des pièces. Il perçoit des droits de monnayage. Ce droit est un pourcentage prélevé sur la masse des pièces frappées à son nom dans chaque atelier et c'est ainsi que le trésor royal est alimenté. Ce droit de monnayage est parfois perçu par une abbaye à laquelle roi a donné ce revenu.

Charlemagne est attentif aux gens du peuple. Il oblige les nantis à venir en aide aux plus démunis par la loi inscrite dans les capitulaires. Ce qui est particulièrement nécessaire les années où les récoltes sont mauvaises et la mendicité importante.

« Charlemagne, à plusieurs reprises et notamment en 805 par le deuxième capitulaire de Thionville, doit prendre, pour limiter l'effet des disettes ou des épidémies qui frappent inévitablement en période de sous-alimentation, des mesures de précaution où la dévotion se mêle à la réglementation économique : il interdit les exportations de vivres. [...] Celui-ci n'en doit pas moins revenir sur le sujet dès l'assemblée de l'année suivante, celle de Nimègue en mars 806. La famine sévit en bien des régions. Charlemagne met l'alimentation des pauvres à la charge des prélats, des comtes et des grands. »¹⁶⁷

Au VIII^e siècle, les mesures, même si elles gardent leur ancienne appellation romaine, n'ont plus de valeur fixe. Pour construire l'unité de son Empire et faire régner la paix intérieure, Charlemagne, dès 779, commence à réglementer la métrologie. Il unifie les poids, les mesures

166 Musée de la Monnaie. Paris

¹⁶⁷ Jean Favier, *Charlemagne*. Ed. Fayard, Paris, 1999, p. 78 et 79.

et les monnaies Quasiment vingt ans sont nécessaires pour mettre en application son nouveau système — un système métrologique unifié qui ne dure que le temps de son règne.

Référence bénédictine

Les auteurs ne sont pas tous d'accord sur les détails de l'unification métrologique réalisé par Charlemagne. La livre aurait été augmentée de moitié d'après Rocca et Prou¹⁶⁸, d'un quart d'après Guérard¹⁶⁹ ou d'un tiers d'après Capobianchi¹⁷⁰. Il est probable, comme le suppose Barbieux¹⁷¹, que la nouvelle livre est celle de Saint-Benoît. Cette idée tient au fait qu'il existe une lettre adressée à Charlemagne « *dans laquelle l'abbé Théodémar dit au Roi qu'il lui envoie, en autre choses, le poids et la mesure de capacité qui servaient à mesurer la quantité de pain et de vin fixée par la règle de Saint Benoît pour la ration des moines.* »¹⁷² Jean Favier émet lui-aussi l'idée que la livre de Charlemagne est empruntée au Mont-Cassin. La règle de Saint Benoît donne la mesure quotidienne du manger et du boire de chaque moine.

« Une livre de pain, à bon poids suffira pour chaque jour, soit qu'on fasse un seul repas, soit qu'il ait à dîner et à souper. [...] Nous croyons qu'une hermine de vin suffit à chacun dans sa journée »¹⁷³

Cette référence aux bénédictins est essentielle. N'est-ce pas Saint Benoît qui a codifié la règle monastique — Si les mesures sont des « règles du jeu » social, le fait que Charlemagne se soit tourné vers les inventeurs et gardiens de la règle montre qu'il avait sans doute une perception de l'essence de la mesure et de son rôle structurant.

Quant à la monnaie, Charlemagne réorganise tout le système monétaire et le rend similaire au système des poids. Le grain d'orge servait d'étalon jusque-là, le grain de froment qui est plus lourd est institué dorénavant comme référence métrologique primaire. Il en découle un changement de toutes les valeurs des mesures initiales appartenant au système pondéral ancien. Dans un capitulaire de 802, est écrit « *qui devait trois muids en donnera dorénavant*

¹⁶⁸ Prou, Catalogue des monnaies carolingiennes (cité par Emile Barbieux)

¹⁶⁹ dans Prolégomènes du polyptique d'Irminon (cité par Emile Barbieux)

¹⁷⁰ dans *Mélange d'archéologie et d'histoire*, t. XX, p.3 (cité par Emile Barbieux)

¹⁷¹ Emile Barbieux, La législation française des Poids et Mesures, Thèse de Doctorat Sciences politiques et économiques, Faculté de Droit, Paris, Imprimerie G Lucas, 1926, 210 p. p. 20

¹⁷² M. Guilhiermoz, Note sur les poids du Moyen âge p. 65. (cité par Emile Barbieux)

¹⁷³ Jean Pierre Lapierre. *Règles des moines*. Ed. Seuil, Paris, 1982, 186 p. p. 104-105

deux¹⁷⁴. Le denier de Charlemagne devint le denier-poids et pèse 1,68 g. Une livre est égale à 20 sous de 12 deniers, soit une livre de 240 deniers¹⁷⁵.

Depuis Pépin le Bref, son père, le droit de battre monnaie est à nouveau un droit régalien et non plus seigneurial comme il l'était. Seuls quelques ateliers monétaires ont le droit de battre la monnaie au nom du Roi. Les deniers émis portent la marque «**Roi**□**Pépin**»; «**Seigneur Pépin**» ou «**Roi des Francs**»¹⁷⁶. En 805, Charlemagne réduit encore les droits et centralise les émissions monétaires à ses seuls Palais. «**Où qu'elle soit frappée, la monnaie du Roi est la même partout.**»¹⁷⁷

Cependant, la livre médicinale de 12 onces persiste à côté de la livre de 18 onces adoptée par Charlemagne. Charlemagne agrandit toutes les mesures (ce qui change tout le système de redevances en vigueur). L'unité de capacité des céréales, le muid est augmenté.

Vérifications

Les étalons sont gardés au palais pendant le règne de Charlemagne. D'autres étalons sont déposés dans les églises. Les poids et les mesures sont régulièrement vérifiés par des inspecteurs qui surveillent les marchés où ils doivent garantir l'équité des échanges «**Doit en qualité et au prix, soit en la mesure et au poids.**»¹⁷⁸

Charlemagne, organisateur et pacificateur

«**Dans tous les domaines, la préoccupation de Charles est l'unité du royaume, et, déjà, celle de ce qui sera son empire. Dès 789, il commence d'imposer de nouvelles mesures de poids et de capacités, dont il entend qu'elles se substituent aux mesures locales alors en usage. La monnaie, naturellement, est étroitement liée à la définition des poids, lesquels sont, ont le verra, alourdis d'un quart par le passage de la livre romaine de douze onces à la livre nouvelles de dix-huit onces. Cette livre de 489 grammes pour 264 deniers de 32 grains signifie donc un denier de 1,85 gramme. La réforme monétaire ne serait alors qu'un produit dérivé de la réforme des mesures.**»¹⁷⁹

L'œuvre de Charles l'organisateur apparaît entre autres dans le domaine de l'économie rurale.

¹⁷⁴ Jean Favier, *Opus Cit*, p.377.

¹⁷⁵ Ce système durera plus de 1000 ans.

¹⁷⁶ Jean Favier, *Opus Cit*, p. 378.

¹⁷⁷ Jean Favier, *Opus Cit*, p. 380.

¹⁷⁸ Delamare, *Traité de Police*, t□1 p. 202 (cité par Emile Barbieux)

¹⁷⁹ Jean Favier, *Opus Cit*, p. 382.

« En soixante-dix capitula, le capitulaire De Villis organise la vie économique et sociale d'un domaine royal, mais il n'y a rien, dans ce capitulaire, qui ne puisse être dit des domaines des grands. [...] Le Roi passe en revue les différents éléments de la vie rurale : le travail des vignobles et la vinification, les mesures qui doivent être identiques à celles que l'on conserve au Palais, la main-d'œuvre corvéable, la saillie des juments, la qualité de la farine, les effectifs de la basse-cour, l'alimentation de la volaille et porcs par les déchets de meunerie, l'envoi des fruits frais à la cour par tous les gestionnaires qui n'auraient pas hébergé le Roi trois ou quatre fois dans l'année, l'entretien des viviers anciens et la création de nouveaux viviers, le défrichement des champs menacés par l'invasion de la forêt. Tout y est. »¹⁸⁰

L'école de Charlemagne

Parallèlement à l'unification des mesures, Charlemagne consolide l'éducation qui existait déjà sous les Mérovingiens, au moins sous la forme que l'on appelle l'Ecole du Palais. Les jeunes aristocrates, en tant que futurs défenseurs et administrateurs de la royauté, sont formés par les maîtres entretenus par les cours mérovingiennes puis carolingiennes. Les jeunes apprennent leur métier dans des écoles du palais.

« On y apprenait donc à se battre, mais aussi à administrer, ce qui appelait **un enseignement de base : au moins la lecture, l'écriture, la grammaire et le calcul.**¹⁸¹ C'est l'instrument d'une politique que constitue donc Charlemagne, en suivant l'exemple de ses prédécesseurs, mais en dépassant par ses exigences les simples nécessités de la pratique administrative : il faut former une nouvelle génération d'administrateurs, d'évêques, de comtes, dont le roi entend qu'on n'y trouve plus les ignorants du temps passé. »¹⁸²

Ce n'est qu'en 1200 que l'Université de Paris qui pour se libérer de l'autorité pesante de l'Eglise invente le mythe de Charlemagne, patron des écoliers. Cependant « *rien ne prouve ni l'existence, ni l'inexistence d'une école primaire au sein du Palais.* »¹⁸³

Après Charles

Charlemagne avait vu grand, trop grand pour son époque. Le commerce maritime n'avait pas d'échanges suffisamment importants pour maintenir les mêmes unités en vigueur dans l'Empire tout entier. Au X^e siècle les derniers rois carolingiens ont perdu leur autorité face aux grands seigneurs qui bataillent sans cesse pour gagner les terres et le pouvoir. Le pouvoir métrologique est de nouveau éparpillé. L'ancienne livre vaut théoriquement toujours 240

¹⁸⁰ Jean Favier, *Opus Cit.*, p. 375

¹⁸¹ mis en gras par moi

¹⁸² Jean Favier, *Opus Cit.*, p. 464.

¹⁸³ Jean Favier, *Opus Cit.*, p. 465.

deniers. Mais de nombreuses livres locales dont le poids et la qualité de métal sont variables apparaissent. La livre de Toulouse devient différente de celle de Quimper, de Paris, de Lyon... Le système des poids et mesures, unifié sous Charlemagne, s'altère de plus en plus.

Ayant repris à leur compte les prérogatives royales dans une France féodale organisée en vastes domaines seigneuriaux, les seigneurs des grands domaines détiennent les monopoles des droits liés aux poids et mesures, à l'usage des fours, celui des halles, des forges, des pressoirs à huile et à grain etc., sur toute l'étendue de leur seigneurie. Les habitants des domaines sont obligés d'utiliser les installations seigneuriales ou ecclésiastiques. Les utilisateurs doivent payer, souvent en nature, les droits d'usage de ces installations. Avec un tel fonctionnement, les mesures sont d'une importance capitale, aussi bien pour celui qui perçoit la taxe dite «*banale*» que pour celui qui la doit.

Les seigneurs s'attribuant les droits régaliens de la mesure battent monnaie et exercent sur leurs terres le droit de mesure et de justice. Les étalons, agrandis ou réduits selon les circonstances, sont à la garde des hauts-justiciers de la seigneurie. Les vassaux qui assurent les justices inférieures étalonnent leurs mesures sur celles de la haute-justice. Des officiers salariés et assermentés par le seigneur sont chargés de surveiller les fraudes et punir les délits.

Sans réglementation officielle, du XI^e au XIV^e siècles, apparaissent des coutumiers ou livres de pratique qui codifient les usages métrologiques locaux. Ils remplacent petit à petit les capitulaires de Charlemagne tombés en désuétude.

D'après Emile Barbieux, dans la version française du XIII^e du Grand coutumier de Normandie, il est écrit

«*Toute la poste et la Seignerie des mesures et des poix de Normandie appartient au duc car il peut changer et amender. Et partout ou les sergens les trouveront desloyaulx ils les doivent arrester ilz les peuvent prouver faulses ilz les doivent froisser et prendre ceulx qui les ont mener en prison tant que ilz layent amende selon le mesfaict. Et doit ce estre entendu des mesures de boire, de bledz, de draps et de poix.* »¹⁸⁴

Dans le coutumier d'Artois au XV^e siècle :

«*Le Viscontier a le regard et esgard des mesures, mais, si elles sont trouvées faulses ou mauvaises, le dict seigneur viscontier les doit renvoyer à son hault-justicier et pour en prendre pugnition et les justifier, saulf audict seigneur viscontier, son amende de 60 solz pour avoir usé desdictes mesures.* »¹⁸⁵

¹⁸⁴ (cité par E. Barbieux p. 27)

¹⁸⁵ (cité par E. Barbieux p. 27))

Dans le coutumier de Melun du XV^e siècle :

« Le Haut-justicier peut avoir et bailler en sa terre mesures à blé, grains, vin et autres fruits, desquelles mesures seront tenus user. » Dans le coutumier de Sens « Avoir, tenir et bailler estallons de poids et mesures appartient au haut justicier »¹⁸⁶

Le vassal doit utiliser les mesures de son seigneur et en référer à sa justice pour ce qui concerne les poids et les mesures.

« Si le seigneur inférieur qui est tenu d'ajuster sa mesure au cep et estallon de son supérieur use de plus grande ou moindre mesure il perd et est déscheu de son droict de bailler mesures et est amendable d'amende arbitraire. »¹⁸⁷

Cette référence au pouvoir de haute-justice est essentielle pour comprendre l'évolution des systèmes de mesure. La haute-justice est en effet le lieu où s'arbitrent les conflits. Elle est en même temps gardienne des règles et garante du bon fonctionnement du jeu social. L'autorité spirituelle n'est pas concernée. C'est l'arbitre des marchands qui est la référence, parce que le jeu se déroule sur les marchés et par le prélèvement d'impôt.

Les Assemblées de Mars avant les Etats généraux

Historiquement, les mesures et leur légitimité sont de tous temps liées aux assemblées de la Nation. Par la suite, celles-ci deviennent les Etats généraux. La nécessité de revenir sur les fondements des Etats généraux reste ici dans une logique du rappel des origines sociales et politiques de l'organisation de la métrologie. Il fut un temps où le pouvoir central ne pouvait pas décider d'un nouvel impôt, ni changer la valeur des mesures sans en référer au peuple, c'est-à-dire à l'assemblée nationale. Ce jeu social et politique mettait la mesure, ses codes et des usages en discussion au sein de l'espace public. Certes, le bas peuple ne participait peut-être pas aux décisions métrologiques mais rien cependant ne dit qu'il n'y participait pas. Si la référence la plus proche dans ce domaine est la consultation organisée pour les Etats généraux de 1789, le peuple contribua largement proposer des solutions métrologiques pertinentes et à largement dénoncer les pratiques abusives de mesurage tant pour les redevances que dans les pratiques marchandes. Il semble important de rappeler, comme ce fut le cas à la veille de la Révolution, le cadre ancien des relations entre le peuple et le pouvoir en puisant largement pour cela dans les écrits des Archives parlementaires. Si les anciens ont approuvé la nécessité

¹⁸⁶ (cité par E. Barbieux p. 28)

¹⁸⁷ (cité par E. Barbieux p. 27)

de revenir sur ce passé historique, il est nécessaire d'y revenir également. Nous savons que le problème métrologique fut régulièrement posé au cours des Etats généraux jusqu'en 1789 où il finit par être considéré pleinement. Aujourd'hui, les Etats généraux ont disparu et les problèmes métrologiques ne peuvent plus y être discutés alors que les problêmes de confiance métrologique et d'accord sur les valeurs métrologiques communes restent, sous des formes renouvelées, entiers dans notre société.

Les assemblées de la Nation

L'assemblée de la nation se réunit régulièrement au mois de mars de chaque année, avec ou sans le consentement des rois. L'assemblée se retrouve au *champ de mars*. Cette assemblée annuelle traite des lois, de la guerre, de la paix. C'est à partir des années 280 que Tacite relate dans ses écrits les coutumes et les faits de ce peuple Franc qui s'oppose aux Romains depuis le Ier siècle.

«Ils se choisissaient un chef, c'était leur Roi. [...] Ils se rassemblaient en plein champ, autour de leur Roi et de leur chef, pour faire les lois, c'est-à-dire, pour délibérer sur des choses importantes à tous. Les princes délibéraient sur les petites choses, la nation sur les choses importantes ; ce qui était délibéré par la nation était aussi porté devant les princes. »¹⁸⁸

Cette assemblée de la nation est forte de l'idée que le monarque doit sa couronne à ses sujets. Au début de la royauté, le droit héréditaire d'être Roi de père en fils n'existe pas encore. Bien des générations plus tard, les Aragonais n'oublient pas ce pacte d'origine et disent à leur Roi, lors de son l'intronisation : «*Vous qui, chacun séparément, valons autant que toi, et réunis valons beaucoup plus que toi, daignons te nommer Roi pour nous gouverner avec justice et selon nos lois*□*sinon non.*»¹⁸⁹

Depuis Clovis, la succession du trône peut être être attribuée à tous les enfants du roi sans distinction. Ses quatre enfants partagent la couronne. La nation est reconnue indivisible même gouvernée par quatre rois. La nation assemblée que forment les quatre royaumes se rend régulièrement chaque année au champ de mars pour discuter des lois, des guerres, de la paix et des affaires des royaumes.

L'assemblée de la nation a le pouvoir de faire et de défaire les rois. Le roi Childéric fut destitué à cause de ses mœurs trop dissolues. Il remonta sur le trône lorsque l'assemblée de la

¹⁸⁸ *Archives Parlementaires*. Tome 1, p. 112

¹⁸⁹ *Archives Parlementaires*. Tome 1, p. 39

nation le fit revenir. Thierry III de Neustrie et de Bourgogne fut détrôné et envoyé dans un couvent par l'assemblée de la nation.

Pépin est nommé Roi en 715. Thierry, fils de Dagobert aurait pu succéder à son père, mais l'assemblée en décida autrement. Les Mérovingiens avaient régné depuis plus de trois siècles. L'assemblée choisit un roi pépinide. Par la suite et pour longtemps, les rois, même lorsqu'ils succédaient à leur père, devaient être acceptés par la nation et reconnus par le serment des députés. Le roi ne pouvait rien sans l'avis de l'assemblée, des ministres, du conseil du royaume et le consentement de la nation. Pour la fondation de l'abbaye de Saint-Germain ou lors de la construction de l'église Sainte-Geneviève, Childebert 1^{er} dût prendre l'avis des Francs et des Neustriens.

Lorsque Clovis, le barbare du nord, devint roi des Francs et une fois baptisé, roi des Chrétiens, il semble qu'il n'ait détruit ni la législation des Gaules ni les assemblées de la nation. Les peuples gaulois conservèrent leurs anciennes lois et très certainement une bonne part de leurs anciennes mesures dont la lieue gauloise. Au cours du temps, la noblesse gauloise se mélangea à la noblesse franque et ces deux assemblées n'en formèrent bientôt qu'une. La coutume du champ de mars continua.

Sous Pépin, le champ de mars, sans perdre ses principes devient le *champ de mai*¹⁹⁰. En effet, en mars les frimas pour les hommes et le manque d'herbe pour les bêtes le long des chemins rendent l'organisation de l'assemblée plus difficile en mars. La nation s'assemble alors régulièrement au mois de mai pour assurer une commune gouvernance auprès du roi. Le mois de mai devient le mois du rassemblement annuel de l'assemblée générale de la nation.

Sous Charlemagne, le peuple, *populus*, qui forme les assemblées de la Nation n'est déjà plus représenté que par les grands du royaume. La Nation garde néanmoins la capacité de se convoquer elle-même et c'est ce qu'elle fait à plusieurs reprises mais alors que les ancestrales assemblées nationales pouvaient être décidées par le peuple lui-même, cette possibilité d'initiative, bien que toujours et régulièrement mise en œuvre, fut de plus en plus celle du souverain. Charlemagne réunit régulièrement les assemblées nationales. L'empereur, quelle que soit sa puissance, doit prendre en considération l'avis de la nation.

¹⁹⁰ réunion qui prend parfois le nom de parlement

La légitimité des Etats généraux□

Les Etats généraux étaient des assemblées réunissant les trois ordres ou états. Le Chancelier de l'Hôpital en explique la teneur à l'Assemblée de 1560, dans un texte remarquable :

« On entend par Etats généraux l'assemblée de la nation entière, soit par elle-même soit par ses représentants. Tenir les Etats, c'est de la part du souverain, communiquer avec ses sujets, prendre leur avis sur des matières qui touchent l'ordre public, écouter leurs plaintes pour y appliquer des remèdes convenables. Dans les anciens temps, on donnait à ces assemblées nationales la dénomination de parlements, qu'elles conservent encore en Angleterre et en Ecosse. [...] Personne ne contestera que ces assemblées sont infiniment utiles au peuple, puisqu'elles lui procurent le précieux avantage d'approcher de son souverain, de lui faire entendre ses doléances, et d'en recevoir tous les soulagements qu'il peut raisonnablement en attendre. On dispute seulement si elles le sont également au Roi. Bien des gens prétendent que c'est dégrader sa puissance, avilir sa majesté, que de l'astreindre à prendre conseil de ses sujets, à consulter ceux auxquels il a le droit de commander, et quand il est familier avec eux, autant il perd le respect qui lui est dû. [...] C'est presque le seul moyen qu'aient les Rois de connaître la vérité qui leur est déguisée par tout ce qui les entoure. Bien de vexations, de rapines se commettent journellement sous le nom du Roi, mais à son insu, et qu'il ne peut connaître qu'en tenant des Etats généraux ! C'est-là qu'il apprendra le tord inappréciable qu'il se fait à lui-même en chargeant le peuple de nouveaux impôts, en vendant les offices, en conférant les premières charges civiles et ecclésiastiques à des hommes scandaleux. Car la plupart des Rois sont condamnés à ne voir que par les yeux d'autrui, et c'est au lieu qu'ils devraient mener les autres, qu'ils sont menés par une douzaine d'hommes qui les approchent. Prétendre qu'un Roi, en demandant conseil à ses sujets, et en conversant familièrement avec eux dégrade son autorité, c'est vouloir saper d'un coup toutes les ancrs sur lesquelles repose le vaisseau de l'Etat. »¹⁹¹

Les Etats généraux – quelques rappels

Les Etats généraux se réunissent en 1302 à Paris sous Philippe Le Bel. Celui-ci doit faire face aux prétentions du pape Boniface VIII qui a émis des bulles s'attaquant à son autorité. Le Roi demande son avis à tous les états. Chacun d'eux confirme sa soumission. En 1313, Philippe Le Bel réunit à nouveau les Etats généraux à Paris. Cette fois c'est la Flandre qui se révolte. La paix se fait, mais très vite la guerre reprend. Le roi a besoin d'argent. Un impôt de six deniers par livre lui est accordé par les Etats Généraux. Mais les villes de Normandie et de Picardie s'y opposent.

Les Etats généraux se réunissent à nouveau en 1315 sous Louis le Hutin. Lille est assiégée par les Flamands. Le roi a de nouveau besoin d'argent. Le clergé lui fait cadeau d'un décime. En plus, il taxe les marchands italiens en leur vendant un droit de bourgeoisie. Il vend de

¹⁹¹ *Archives parlementaires*. Tome I p. 49

nombreux petits offices dans les provinces. Il confisque des biens privés et oblige un certain nombre de serfs à racheter leurs lettres d'affranchissement.

La tentative d'unification métrologique de 1321

En 1321, Philippe Le Long tente **d'unifier les poids, mesures et monnaies dans toute la France**. Le roi demande que toutes les villes envoient des députés aux Etats généraux pour que soit traitée cette question et que l'on travaille à la réforme. Mais il se heurte à un refus catégorique. Cette unification n'avait pour but semble-il que l'avantage du ^{Roi}. Les seigneurs et les ecclésiastiques virent cette unification d'un très mauvais œil. Ils se liguerent. L'unification n'eut pas lieu.

Il y eut des Etats généraux en 1328 qui confirmèrent le couronnement de Philippe de Valois. Il y eut également des Etats généraux en 1335, puis quatre années de suite en 1356, 1357, 1358 et 1359, sous le roi Jean. Pour soutenir la guerre contre le Prince de Galles, il avait besoin d'argent. Le ^{Roi}, devenu captif des Anglais, demanda encore plus d'argent pour payer sa rançon. De nouveaux impôts furent levés. Mais à force d'imposer le peuple pour subvenir à la guerre, le mécontentement s'amplifiait. Les Etats généraux de 1369 décidèrent néanmoins de soutenir l'effort de guerre contre Edouard, ^{Roi}d'Angleterre. Ils octroyèrent à Charles V *«une imposition de un sou par livre de sel, de 4 livres sur chaque feu dans la ville, et de 30 sous aux champs□comme aussi sur la vente du vin à la campagne, le 13^e en gros, et le 14^e au détail, et sur l'entrée à Paris, 15 sous par queue de vin français, et 24 sous par queue de vin de Bourgogne□»*¹⁹²

Les tensions et la pression fiscale

En 1380, le peuple lourdement imposé se souleva. Le trésor était vide et les conflits entre les princes plus qu'orageux. Minée par la guerre et la peste, la France allait mal. La division entre la royauté et le peuple devenait de plus en plus difficile à gérer. La nation réclama de revenir à l'ancienne forme de gouvernement. Les soulèvements populaires obligèrent le roi à abolir tous les impôts nouveaux créés depuis Philippe Le Bel. Les Etats généraux supprimèrent toutes les franchises, les immunités et tous les autres subsides qui avaient été accordés.

Les Etats généraux se réunirent sous Louis XI en 1468 et de nouveaux Etats généraux eurent lieu à sa mort en 1483, sous Charles VIII. De vives disputes s'élevèrent entre les ordres. La noblesse déclara qu'elle consentirait à la suppression des pensions pour soulager le peuple.

¹⁹² Archives parlementaires Tome 1, p. 53

Mais les autres ordres virent une manœuvre dans cette proposition. Le tiers-état s'emporta contre le gouvernement qui infligeait au peuple tant de charges.

Dans les cahiers de doléances, au chapitre du commerce, on se plaignait des droits trop lourds sur certaines denrées et on en demandait l'abolition. On demandait que l'octroi fut repoussé aux frontières du royaume. On demandait que les chemins fussent réparés. Les cahiers de la noblesse demandaient «*On n'accorder les places de gouverneurs, sénéchaux et baillis qu'aux gentilshommes les plus accrédités dans les provinces*» et de faire cesser «*Les obstacles qu'elle éprouve dans la jouissance de son droit de chasse*»¹⁹³. Dans le chapitre de la justice, on demandait, «*l'abolition des charges vénales et des offices nouvellement créés*»¹⁹⁴. Le tiers-état demandait la suppression des gabelles et des tailles. On demandait que cessent les vexations infligées par les employés du roi et des seigneurs.

En 1557, le ^{Roi}Henri III réunit les Etats généraux pour faire cesser les abus du royaume et assurer un prochain règne d'inspiration catholique. Les cahiers demandaient la suppression des nouveaux offices, la baisse des impôts, la diminution des tailles. Ils cherchaient comment mettre en place des contre-pouvoirs capables de s'opposer à la toute puissance royale. Le ^{Roi}ne supporta pas les remontrances des Etats généraux. Il congédia les députés présents. Cependant une ordonnance fut proclamée, **unifiant les mesures**.

« L'ordonnance du 31 août 1558 étendit à toutes les villes, bourgades, terres, seigneuries et juridiction étant sous le ressort de la cour du Parlement de Paris les dispositions d'octobre 1557 qui prescrivait à tous les seigneurs de la ville, de la banlieue et des faubourgs ayant droit de mesure de faire régler leurs étalons sur ceux du Roi en la chambre civile du Châtelet de Paris, sous la surveillance du prévôt ou de son lieutenant. »¹⁹⁵

Les Etats généraux se réunirent à Pontoise en 1561, sous Charles IX. En 1576, ils furent convoqués à la demande des Huguenots. Les Guise, malgré l'aide et les fonds des marchands italiens, ne purent corrompre les assemblées provinciales comme ils l'avaient fait antérieurement. La religion catholique restait première et l'édit de pacification fut révoqué.

¹⁹³ *Archives parlementaires* Tome 1 p.37.

¹⁹⁴ *Archives parlementaires* Tome 1 p.37.

¹⁹⁵ Emile Barbieux, *Opus Cit.*, p. 31

La rupture

Les Etats généraux de 1614 sous Louis XIII furent la dernière assemblée de la nation avant celle de 1789. La régence des Médicis et les complots de la cour avaient fait beaucoup d'insatisfaits. Le Roi, à peine majeur et la reine-mère ne cessèrent de comploter. Ils tentèrent et réussirent en partie à semer la discorde parmi les représentants des trois ordres. La Cour ne voulait pas entendre les plaintes sur la dissipation des finances, l'oppression du peuple, l'autorité des ministres, la négligence pour assembler les Etats généraux. La reine-mère congédia les députés sans façon et aucune des décisions importantes réclamées dans les cahiers ne fut prise. Décidés à ne pas laisser les choses en cet état, en 1617, quelques conseillers du Roi demandèrent la réunion d'une nouvelle assemblée des Etats généraux. Il leur fut répondu qu'une assemblée de notables était suffisante. Cette assemblée fut convoquée le 24 novembre 1617 à Rouen et remerciée un mois plus tard, sous prétexte d'une indisposition du roi.

Sous le règne de Louis XIV et Louis XV, aucune assemblée de la nation n'eut lieu. Ceux qui osaient parler de convocation des Etats généraux le faisaient dans la clandestinité. Si des plans conçus pour convoquer les Etats généraux étaient découverts, le roi faisait emprisonner et exilait les meneurs.

À la lecture des textes, une question se pose : le bien commun, que les Etats Généraux sont supposés représenter, n'a-t-il pas été perdu de vue ? À travers le temps, il semble que les rois de France aient perdu la mémoire du pacte de confiance avec le peuple. Mais la royauté, en oubliant ce pacte, ne peut pas pour autant effacer de la mémoire collective les anciens fondements de la légitimité et la souveraineté de la nation. Au XVIII^e siècle, la royauté avait perdu une grande part de la confiance des citoyens. L'exécutif royal avait cru, en usurpant le pouvoir de la nation, que celle-ci oublierait qu'il n'était là que par la volonté du peuple. Ce peuple, en reprenant conscience de lui-même, redécouvrait sa capacité à créer son propre devenir, sa propre histoire et le pouvoir de se libérer de la servitude en s'opposant, pour le bien commun, aux autorités royales, seigneuriales et ecclésiastiques. La France était devenue, au fil du temps, non plus gouvernée par une noblesse d'organisation féodale régulée par les assemblées issues du peuple, mais par des exécutifs monarchiques au pouvoir de plus en plus absolu. La nouvelle race¹⁹⁶ de souverains avait pratiquement oublié les rencontres du champ

¹⁹⁶ Les Mérovingiens, les Carolingiens et les Capétiens sont dans les textes anciens appelés première, deuxième et troisième race de rois.

de mars, puis au champ de mai où se renouvelait le pacte de confiance originel entre la royauté et la nation. Face à l'absolutisme royal, les assemblées annuelles disparaissent petit à petit et la périodicité de ces assemblées n'est plus assurée. Ce n'est souvent que lorsque le pays est à feu et à sang et les caisses de l'Etat vides que les Etats généraux, ancienne forme des assemblées nationales, sont convoqués pour se réunir à nouveau dans un espace de concertation commun. Aujourd'hui, les Etats généraux ont disparu du paysage légal et politique.

De l'Ancien Régime à la République□

À la fin de son règne, Louis XV est impopulaire. Il a réussi à «*retrouver le ton de l'absolutisme le plus intransigeant*»¹⁹⁷ alors que déjà les hommes des Lumières font triompher la raison en transformant profondément la vision de l'avenir de la société européenne. Quand en 1774, Louis XVI succède à son grand-père, il n'a pas 20 ans. Turgot devient alors Contrôleur général des finances.

« Dans son discours *Des progrès successifs de l'esprit humain* et dans ses *Lettres sur la tolérance* Turgot a prétendu fonder une morale sur une conception laïque de la justice ; il a réclamé l'abolition des institutions qui portent atteinte à la dignité humaine : esclavage, servage, droits féodaux. Il croit qu'il existe un ordre naturel des sociétés que la raison doit connaître, il pense que le devoir des gouvernements est de le découvrir et de le réaliser. Il réprovoque le fanatisme, il imagine une Eglise libre dans un Etat libre, un enseignement laïc à trois degrés, une assistance publique laïcisée. Il rêve d'une paix universelle. »¹⁹⁸

Ami de d'Alembert et de Condorcet, Turgot incarne pour Voltaire le rêve possible de la mise en œuvre d'une ère sociale de vertu et de raison. **Il tente d'établir l'uniformité des mesures.** L'unité linéaire serait basée sur la longueur du pendule qui bat la seconde simple sous la latitude à 45°. Les réformes de Turgot sont loin de faire l'unanimité. Sa déréglementation du commerce des grains suscite l'irritation des milieux professionnels, qui s'en ouvrent à Louis XVI. Le 12 mai 1776, le roi refuse d'ouvrir sa porte à Turgot. Necker le remplace. Les velléités d'uniformisation des mesures s'arrêtent là. Recommandé au roi par Maurepas, Necker devient directeur général des finances en 1777. Soucieux de son image dans l'opinion publique de grand économiste, il devint vite populaire. Cependant, rapidement, ses projets de réforme de l'administration fiscale élèvent contre lui de nombreux ennemis parmi les proches du roi. Les dépenses de la monarchie pèsent lourdement sur les populations et l'économie. Ne

¹⁹⁷ Jean- Denis Bredin *Seyès La clé de la Révolution française*, Ed. du Fallois. Paris, 1988, p.39

¹⁹⁸ Jean-Denis Bredin *Opus Cit.*, p. 65.

reproche-t-il pas à la Cour ses folles dépenses dans *son Compte rendu au Roi par M Necker* ? Son écrit le discrédit auprès du roi et de la cour mais de nombreux exemplaires circulent. Dans ce Compte-rendu au roi de 1778, Necker dit s'être occupé de « *l'examen des moyens qu'il faudrait employer pour rendre les poids et les mesures uniformes dans tout le royaume* »¹⁹⁹. Mais il fait également part de ses doutes sur la réussite d'une telle entreprise « *ou les changements d'évaluation qu'il faudrait faire dans une multitude de contrats de vente, de devoirs féodaux et d'autres actes de toute espèce.* »²⁰⁰ Necker démissionne en mai 1781. Vient Calonne. En 1789, l'unification des poids et mesures en France n'est toujours pas réalisée.

La France à la veille de la Révolution est une grande puissance économique et militaire. Sa population est nombreuse. Mais la crise des dernières années de l'Ancien Régime est profonde. C'est une société en pleine mutation qui se cherche entre les économies agricoles traditionnelles fragiles et les débuts instables de l'industrialisation et à l'école, le latin est plus souvent enseigné que les arts et les techniques.

L'école primaire à la veille de la Révolution

Des écoles élémentaires ou primaires existaient en 1789. Dans quelques communautés d'habitants, les enfants y apprenaient à lire, à écrire et à compter. D'après Christian Capdeville²⁰¹, dans le Tarn en 1789, sur 370 communautés, 80 accordaient un traitement à un régent, 23 à une régente. L'enseignement primaire, placé sous la direction du curé, avait un niveau variable suivant les qualités respectives du régent et du curé. A Albi, Castres et Mazamet, les ordres à vocation enseignante, les Frères de la doctrine chrétienne et les Soeurs de la Charité, les Ursulines, entretenaient des établissements scolaires mais les élèves concernés étaient peu nombreux. Lorsque la Révolution éclate, on estime analphabètes 80 % des hommes et 90 % des femmes.

Les cahiers de doléances de 1789

En 1789 les Etats généraux n'avaient pas été réunis depuis cent soixante-quinze ans. Conformément à l'usage leur réunion était nécessairement précédée de la rédaction de cahiers de doléances. Dès le 5 juillet 1788 en vue des Etats généraux, Louis XVI fait appel à toutes

¹⁹⁹ Bigourdan . *Opus Cit.*, p.11

²⁰⁰ Bigourdan . *Opus Cit.*, p.11

²⁰¹ Christian Capdeville. *Le Tarn et la Révolution. 1789 - 1799.* Archives d'Albi, 1990.

les contributions pour tenter de faire un bilan de la France. Il laisse libre l'expression des cahiers. Les Etats provinciaux s'organisent et se réunissent dans un premier temps pour constituer ces cahiers et choisir les députés qui vont les représenter à l'assemblée de la nation.

La France est alors séparée en trois classes légalement reconnues : la noblesse, le clergé et... le reste, le tiers-état. Chacune de ces classes a des obligations et des droits différents.

Depuis les bailliages de la France entière, les députés de chaque ordre apportent aux Etats Généraux les cahiers rédigés. De nos jours, dans la société capitaliste, il va de soi que chaque corporation, chaque « groupe de pression » se charge en priorité de défendre et de faire valoir les intérêts de ses membres. Il est supposé implicitement que ce qu'il fait pour les autres n'est qu'une « concession » en vue d'avoir, en retour, des avantages accrus. Ce qui surprend à la lecture de ces cahiers c'est que les réclamations, les plaintes, les remontrances et la défense d'intérêts locaux tiennent une place assez limitée en comparaison des propositions visant l'intérêt général. Elles sont pleines de bon sens et l'on pourrait encore de nos jours s'inspirer de nombre d'entre elles. Bien des revendications sont mises en avant, non pour défendre les intérêts de telle ou telle partie de la population mais bien pour améliorer le sort commun. Pour preuve la Déclaration des Droits de l'Homme de 1789 est en partie déjà rédigée dans les cahiers de doléances.

La Révolution française est souvent vue avec la conviction que l'abolition des privilèges a été arrachée à la noblesse et au clergé par le peuple, lequel se trouvait en position de force. La lecture des Cahiers consultés dans les Archives Parlementaires me conduit à une autre interprétation. Il s'agirait d'un de ces moments privilégiés de l'histoire où les hommes arrivent à penser à l'unisson. J'ai vécu la puissance et l'enthousiasme que porte la constitution d'un « espace commun », les individus sont comme portés par une force qui les dépasse. En lisant les Cahiers je reconnais cet « état naissant »²⁰² qui fait passer au second plan les intérêts particuliers pour faire naître la « Nation ».

Les cahiers montrent une conscience commune et un espoir, un grand espoir de collaborer, à la naissance de cette Nation où régneraient plus de liberté, d'égalité, de fraternité et d'entente. Une grande utopie se manifeste. Si certaines réclamations sont fermes, il n'est pas question dans ces cahiers de terreur ni d'abolition de la royauté mais d'un ensemble, d'une nation qui se veut entière et unie sous de bonnes lois respectées de tous car soucieuses de tous. Certains

²⁰² Selon la formule de F. Alféroni, in *Genesis, Mouvements et institutions*. Ed. Ramsay, Paris, 1992, 684 p.

cahiers de la noblesse demandent plus de justice pour les paysans. Les cahiers du tiers proposent des solutions à leurs problèmes sans chercher à renverser la noblesse. L'abolition des privilèges est demandée autant dans les cahiers de la noblesse que ceux du clergé que ceux du tiers-état. Les propositions et les revendications du clergé et du tiers sont fréquemment contenues dans un même cahier. Les revendications purement locales sont rares. L'espace commun est pensé et exprimé au-delà des égoïsmes locaux. Ces cahiers sont pleins d'une volonté de bien faire et de l'immense espoir des communautés d'être entendues et de contribuer auprès du roi et de l'assemblée des États généraux à donner à la France de bonnes lois en construisant l'espace commun. Le cahier du tiers-état de Marsan²⁰³ semble bien refléter la pensée qui anime la plupart des communautés.

« La cause de tous les maux qu'à éprouvé le royaume réside principalement dans le défaut de constitution. Les droits de l'homme, la raison et la justice n'ont jamais été la base sur laquelle on a fondé les différentes institutions de son gouvernement : le hasard, les circonstances, l'intérêt plus ou moins entendu des hommes qui ont gouverné en ont été le seul mobile. Il est temps que l'on pose des règles fixes, et qu'on assure à la France une constitution qui garantisse les droits naturels et imprescriptibles des hommes. [...]

Nous enjoignons à nos députés de travailler autant qu'il sera en eux, à ce que l'on ne délibère pas par ordre, mais dans une **assemblée commune** de tous les représentants de la France, où les suffrages seront comptés par tête. C'est le seul moyen d'exprimer le vœu général et de **confondre tous les intérêts dans l'intérêt commun.** »²⁰³

Il y a, dans les cahiers, un «²⁰³ déjà là²⁰³ qui exprime une volonté commune d'organiser le royaume sur des bases plus équitables. Il semble même que toutes les revendications révolutionnaires y sont²⁰³ l'idée d'une révolution salutaire et nécessaire, l'organisation de l'instruction publique, l'abolition des privilèges, une même liberté pour tous les citoyens, la juste répartition de l'impôt entre tous les membres de la nation, l'abolition des corvées, des aides, la fin du droit de chasse et de pêche exclusif, la maîtrise des eaux et forêts, la rénovation du code pénal et des procédures civiles et criminelles, la fin des lettres de cachet, la possibilité pour tous les citoyens d'accéder à tous les emplois jusqu'ici réservés à la noblesse ou au clergé, la fin de la vénalité des charges de l'Etat et la suppression des milices. On demande au roi et à l'assemblée de faire en sorte que les impôts prélevés soient bien utilisés à la chose publique et ne reviennent pas aux particuliers. On demande la fin des vexations et des servitudes du régime féodal, l'organisation nationale de services sociaux envers les indigents pour que cesse la mendicité, la liberté de la presse, une déclaration des droits.

²⁰³ CDD du tiers-état de la Sénéchaussée de Mont de Marsan. *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome IV p. 33

On demande la fin des droits de marquage des cuirs, la libre circulation des biens et des grains et l'unification des poids et des mesures pour qu'il n'y ait plus en France «**Qu'un seul poids et une seule mesure**».

Les communes et communaux

Dans les communautés rurales et les villages du IX au XVIII^e siècle les communaux étaient des espaces communs, des bords de route, des bois, quelques prairies, des landes ou certains cours d'eau. Ils n'étaient à personne. Ils appartenaient à toute la communauté. Les paysans pouvaient faire paître leur bétail, ramasser du menu bois de chauffage ou pêcher quelques écrevisses. Les familles les plus démunies pouvaient faire pacager une vache, une brebis ou une chèvre et ainsi améliorer leur ordinaire de soupes ou de céréales avec du lait et du fromage. Le seigneur du lieu était juridiquement le propriétaire des terres mais l'usage ancestral avait établi la loi des communaux, celle du glanage et celle de vaine pâture. Après le ramassage du foin ou de la récolte, les bestiaux sous bonne garde pouvaient aller dans les champs et paître sans que le propriétaire ne puisse s'y opposer. Pour que la «**vaine pâture**» reste équilibrée chacun ouvrait son propre champ aux autres.

Les «**communs**» commencent à être «**privatisés**» lors de l'industrialisation des XVII^e et XVIII^e siècles. Cette époque coïncide avec le développement de l'industrie lainière où les propriétaires et les marchands investissent dans des troupeaux de moutons. Ils confisquent les communaux pour y faire paître leur bêtes. Ces usurpations font l'objet en France de nombreuses plaintes dans les cahiers de doléances en 1789²⁰⁴. Sans ces espaces communs, les familles les plus pauvres ne pouvaient plus entretenir une vache ou une brebis. Elles perdaient le seul bien qu'elles avaient. Ces espaces permettaient à la communauté de soulager et d'équilibrer les dépenses des familles paysannes les plus pauvres. La gestion collective du bien commun liait les habitants entre eux, les conduisant naturellement vers la solidarité. La disparition des «**communs**» est donc un problème grave et de nombreux cahiers de 1789 demandent à ce que les communaux soient rendus aux paroisses et aux paysans.

En Angleterre, la Révolution Industrielle a accéléré ce phénomène, il en est résulté un exode rural, la constitution du prolétariat urbain, l'accentuation de la pauvreté et l'émigration vers les Etats-Unis. Ce problème est aussi important aujourd'hui et au centre d'un processus où des firmes commerciales vont jusqu'à déposséder des populations de leurs terres ancestrales

²⁰⁴ y compris dans les cahiers émanant de la noblesse. Voir ci-après, dans la partie "profondeur historique", le bien commun et les communaux.

et nourricières²⁰⁵. Elles «privatisent» et pillent à grande échelle les ressources naturelles et la culture des pays pauvres.

Les «*communes ou communs*» furent largement réclamés dans les cahiers de doléances de 1789 par les paroisses, les villes et les villages sans communaux la solidarité d'une communauté auprès des familles ne peut plus s'exercer et un déséquilibre social se crée. Sans l'aide ponctuelle ou plus régulière d'une communauté à taille humaine, des familles momentanément démunies sont abandonnées de plus en plus par la société. Les espaces communs pouvaient, bien gérés, rapporter à la communauté des revenus qui une fois réquisitionnés par le seigneur ne rapportaient plus qu'à lui ce qui jadis rapportait à tous. Pour illustrer ce propos, dans un même article du cahier des plaintes et des doléances de la paroisse de Goussainville, terre appartenant à M le marquis de Nicolay, il est demandé «*que toutes les communes anciennes soient rendues à la paroisse, que dans le temps malheureux ou de maladies épidémiques, le syndic soit tenu et obligé, sur réquisition de MM les curés et marguilliers, de vider le coffre commun en faveur des pauvres.*»²⁰⁶

En 1789, certains cahiers de la noblesse interviennent en faveur de la conservation des communaux. La Paroisse de Percy par exemple demande dans son cahier que «*que les communautés soient autorisées à faire elles-mêmes la recette de leurs biens communaux.*»²⁰⁷ La paroisse de Saint-Mexme-les-Champs demande «*qu'on conserve aux paroisses leur commun, que la propriété leur en soit pour toujours assurée et qu'on leur en laisse l'administration.*»²⁰⁸ La paroisse de Domont «*que les seigneurs ne puissent s'emparer des communes et s'approprier ou aliéner à des particuliers des terrains dont la communauté a toujours joui, et que ceux dont ils se seraient emparés soient restitués dans leur état naturel.*»²⁰⁹ La communauté d'Eterpigny demande «*la restitution et la conservation des communes, marais, etc. pour en jouir en commun.*»²¹⁰ Le tiers-état du bailliage du Nivernais

²⁰⁵ Des actions de résistance s'organisent. Par exemple le peuple Garifuna (Honduras) résiste de toute ses forces à la détérioration de son environnement, conséquence de l'arrivée massive des touristes lié au "vol" de ses terres par des compagnies touristiques et ce en accord avec les gouvernants.

²⁰⁶ Cdd de Gousainville. *Archives parlementaires Opus cit.*, Tome IV p. 590.

²⁰⁷ Cdd de Precy. *Archives parlementaires Opus cit.*, Tome VII p. 174.

²⁰⁸ Cdd de Saint-Mexme-les-Champs *Archives parlementaires Opus cit.*, Tome VI p.58

²⁰⁹ Cdd du tiers-état de Domont. *Archives parlementaires. Opus cit.*, Tome IV p. 487.

²¹⁰ Cdd d' Eterpigny , *Archives parlementaires. Opus cit.*, Tome IV p. 487.

et Donziais demande «*Que toutes les communautés aient la faculté de rentrer dans leurs communes, bois, usages, pacages qu'elles justifieront par titre ou par possession leur avoir appartenu.*»²¹¹ Les habitants de Massy demandent «*Que le seigneur de cette paroisse soit tenu de leur rendre les communs qu'ils a usurpé sur la paroisse.*»²¹²

L'organisation ancestrale des communs

Les terres communales ou communautaires gérées par la communauté villageoise existent depuis très longtemps. Jean-Pierre Vernant les mentionne dans son livre «*Les origines de la pensée grecque*»²¹³

« La complexité du système foncier se marque par le vocabulaire, très différencié, dont beaucoup de termes restent obscurs. »²¹⁴

« Il est souvent difficile de décider si un terme a une signification purement technique (terre inculte, terre défrichée, terre de pâturage transformée en terre arable, terre de plus ou moins grande dimension) ou s'il marque un statut social. Cependant, une opposition se dessine clairement entre deux types de tenure, désignant les deux formes que peut revêtir une ko-to-na, un lot, une portion de terre. Les ki-ti-me-na-ko-to-na sont des terres privées, appropriées, contrairement aux ke-ke-me-na-ko-to-na, rattachées au damos²¹⁵, terres communes des villageois, propriétés collectives du groupe rural, cultivées suivant le système de l'open-field²¹⁶ et faisant peut-être l'objet d'une redistribution périodique. »²¹⁷

« Les deux formes différentes de tenure de sol recouvriraient donc, dans la société mycénienne²¹⁸, une polarité plus fondamentale : en face du palais, de la cour, de tous ceux qui en dépendent, soit pour la tenure de leur fief, on entrevoit un monde rural, organisé en villages. Ces « des » de villageois disposent d'une partie des terres sur lesquelles ils sont fixés ; ils règlent, conformément aux traditions et aux hiérarchies

²¹¹ Cahier de remontrances et doléances du tiers-état du Nivernais et Douziais à Nevers. *Archives parlementaires, Opus cit.*, Tome IV p. 259

²¹² Cdd de la paroisse de Massy. *Archives parlementaires, Opus cit.*, Tome IV p. 682

²¹³ Jean-Pierre Vernant. *Les origines de la pensée grecque. Opus Cit.*, 133 p

²¹⁴ Jean-Pierre Vernant *Opus Cit.*, p. 25

²¹⁵ peuple

²¹⁶ Système de culture où les parcelles sont allongées et de dimension assez précise qui correspondait à ce qu'un attelage pouvait labourer en un jour. Les formes géométriques de la culture open-fiel semblent avoir un rapport avec le fait qu'un cultivateur ne gênera pas son voisin. A l'opposé de cette culture se situe celle dite «*l'enclos*» dont les parcelles sont plus irrégulières et fermées de haies.

²¹⁷ Jean-Pierre Vernant *Opus Cit.* p.26

²¹⁸ depuis environ 4000 et 3000 ans avant J.-C.

locales, les problèmes que posent, à leur niveau, les travaux agricoles, l'activité pastorale, les relations de voisinages. »²¹⁹

Lorsque les **communes** furent créées en 1790, elles se virent héritières des communaux. Les communes rurales gèrent des hectares de forêts et de terres communales et des kilomètres de chemins communaux. Des plans d'eau pour le sport nautique, des bases de loisirs, des chemins de randonnées sont souvent construits sur des espaces communaux. Les communes gèrent ce que les anciennes paroisses géraient hier. Les communes doivent prendre soin des biens communs du village ou de la ville tels les écoles communales, les rues, les réseaux d'eau et d'assainissement, les places et les bâtiments...

Cette organisation des communs se retrouve sous des formes singulières dans des kolkhozes. Cependant, en dehors des espaces ruraux ou communaux²²⁰, nous sommes constamment dans des espaces communs sans bien en être toujours conscients. L'entreprise qui a comme objet de gagner de l'argent est aussi un espace commun où les salariés partagent de mêmes lieux, une « culture maison », des rythmes, un ou plusieurs secrétariats, des outils, un service de météorologie... Internet est un espace commun où la gratuité et le partage de l'information sont beaucoup plus importants que les activités marchandes. Internet est un espace commun où se créent une culture commune et des biens communs au-delà des états et des ethnies. Les dons d'intelligence que représente le développement des logiciels libres peuvent ensuite servir à la communauté entière. La NASA ne fonctionne-t-elle pas actuellement avec LINUX, un des logiciels libres créés gratuitement par des développeurs de cet espace commun ?

Anticipations de la déclaration des droits de l'homme

Pour en revenir aux cahiers de doléances, il y a dans les cahiers des propositions que l'on retrouvera quasiment inchangées dans la Déclaration des Droits de l'homme et du Citoyen et dans la Constitution du 3 septembre 1791.

Dans le cahier du clergé et du tiers-état du bailliage royal de Bruyère en Lorraine, l'article 6 propose : « Tout droit de propriété sera inviolable et nul ne pourra en être privé, même à raison de l'intérêt public, sans une indemnité proportionnelle. »²²¹ Cet article ressemble sans

²¹⁹ Jean-Pierre Vernant *Opus Cit.*, p. 27

²²⁰ au sens moderne du terme

²²¹ Cahier du clergé et du tiers-état du bailliage de royal de Bruyère en Lorraine. *Archives parlementaires. Opus Cit.*, Tome IV, p.11

aucun doute à l'article 17 de la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen du 26 août 1789□

« La propriété est un droit inviolable et sacré, nul ne peut en être privé, si ce n'est lorsque la nécessité publique, légalement constatée, l'exige évidemment, et sous condition d'une juste et préalable indemnité. »²²²

À Montreuil-sur-Mer à l'article 23 intitulé «*Admission du tiers-état au service militaire*□ le cahier de la noblesse demande «*Que pour faire cesser l'exclusion humiliante introduite par les dernières ordonnances militaires, l'édit du mois de novembre 1770, portant sur l'admission du tiers-état dans le service, soit ordonnée.*»²²³

L'article 6 de la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen déclare□

« Tous les citoyens, étant égaux à ses yeux [de la loi] sont également admissibles à toutes dignités, places et emplois publics, selon leur capacités et sans autres distinction que celle de leurs vertus et de leurs talents. »²²⁴

La Constitution de 1791 dans ses « Dispositions fondamentales garanties par la Constitution » décrète par l'article 1^{er} : 1° Que tous les citoyens sont admissibles aux places et emplois, sans autre distinction que celle des vertus et des talents. »²²⁵

L'école pour tous

Dans le cahier du tiers-état et du clergé de Mirancourt, l'article 15 propose□ «*Il sera fait un code d'éducation publique et nationale*□*et les Etats généraux nommeront des commissaires pour en rédiger le projet.*»²²⁶

Un seul roi, une seule langue, une seule mesure :

Dans les cahiers, **l'unification des poids et des mesures est réclamée au moins 246 fois.**²²⁷

L'idée d'unité et d'espace commun s'y exprime de plusieurs manières. Même si les historiens ne sont pas tous d'accord sur l'utilisation des Cahiers de doléances et soulignent le fait qu'ils aient été rédigés par le petit nombre d'hommes capables d'écrire de l'époque, ils permettent tout de même de relever des indications sur les revendications concernant les raisons de

²²² Déclaration des droits de l'homme et du citoyen, de 1789, art. 17

²²³ Cahier de la noblesse de Montreuil-sur-Mer. *Archives parlementaires. Opus Cit.*, Tome IV p. 69

²²⁴ Art 6 de la Déclaration des droits de l'homme

²²⁵ Article 1er de la Constitution du 3 septembre 1791.

²²⁶ Cahier du tiers-état et du clergé de Mirancourt, *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome IV p. 12

²²⁷ Comté dans les Archives parlementaires.

demande d'unification des mesures. Soit, la multiplication des droits de mesurage et son corollaire, l'infinité de valeurs des mesures, qui changent dans le temps et dans l'espace, les fraudes constantes, l'injustice sont exprimées. Les mesures par la multiplication des droits métrologiques seigneuriaux et ecclésiastiques, des villes et des communes, ne garantissent plus la notion fondamentale d'équité et de justice dans les échanges. La justesse des mesures n'est plus assurée et l'injustice trop souvent criante. Mais comme le souligne Denis Guedj²²⁸, au-delà des revendications les cahiers montrent aussi qu'à travers l'unification des mesures, s'exprime la pensée d'un rassemblement, la constitution d'un espace national commun où les citoyens d'un même pays ne veulent plus être des étrangers entre eux.

« Uniformisons les poids et les mesures sur l'ensemble du territoire. Voilà l'exigence inscrite dans les cahiers de doléances. Ceux de Châlons-sur-Marne demandent qu'il n'y ait « qu'un poids et une mesure », ceux de Rouen, « une seule mesure pour les grains », ceux de Sancerre, « une jauge uniforme pour les vins », ceux de Pont-Croix, « une uniformité parfaite des poids et mesures dans tout le royaume. » La population en est convaincue, la suppression de la diversité facilitera les calculs et lèvera les entraves au commerce.

« Mais il y a une autre raison, plus profonde encore. « Il est barbare de voir les citoyens d'un même état se repousser par des barrières et se regarder comme des étrangers », constatent certains rédacteurs, tandis que d'autres ne veulent « plus de provinces étrangères en France ; les barrières doivent être repoussées aux extrémités du royaume ! » Tant que chaque province sera mesurée avec sa propre mesure, la France morcelée, ne sera pas une ». ²²⁹

À Angers, on constate ☐ « ☐ faudrait que chaque province fit le sacrifice d'une partie de ses us et coutumes anciennes à l'avantage d'avoir une loi unique. ☐ » ²³⁰

Dans le cahier du tiers-état de Montreuil-sur-Mer, il est demandé à l'article 48 dans le chapitre intitulé « Uniformité des poids et mesures. Une seule Coutume ☐ - « ☐ Que pour amener les choses à un point d'unité, il n'y ait dans toute la France qu'un même poids, une même mesure, qu'un seul aunage, et, s'il est possible, une seule coutume. ☐ » ²³¹

²²⁸ Denis Guedj, *Le Mètre du Monde*, Seuil, 1999

²²⁹ Denis Guedj *idem*

²³⁰ Cdd. Angers (Villeveque), (cité par Witold Kula, dans *Les mesures et des hommes* pp. 685/686)

²³¹ Cahier du tiers-état de Montreuil-sur-Mer *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome IV p. 111

Dans le cahier général de Nemours, la noblesse réclame à l'article 52 «*Qu'il n'y ait sur les marchés de province qu'un seul poids et une seule mesure.*»²³² Le tiers-état du même bailliage fait des propositions concrètes et pragmatiques pour tenter de remédier aux problèmes dus à la diversité des mesures.

« Faire exécuter les travaux nécessaires pour déterminer quels sont les poids et les mesures dont l'indication est la plus conforme à la nature des choses, et que l'on doit rendre d'un usage universel. Faire dresser des tables de réduction des poids et mesures actuellement usités avec les poids et les mesures qui devront être à l'avenir ceux de l'Etat, afin que le peuple, connaissant les rapports des anciens poids et des anciennes mesures avec ceux qui auront la sanction de la nation entière, ne puisse être trompé dans le passage de l'ancien usage au nouveau. Conduire cette opération afin d'arriver le plutôt possible à n'avoir qu'un poids et qu'une seule mesure dans l'Etat.

(C'est le vœu de Boissy, Chantenay, Cheroy, Corbeilles, Dordives, Gondreville-la-Franche, Guercheville, Jacquerville, Ladon, Mignerette, Mignière, Saint-Maurice-sur-Fessard, Moulon, Nemours, Néronville, Réclozes, Rumont, Thoury-Férottes, Sceaux, Ville-Beon, Ville-Moutiers, Ville-Vocques et Voulx .) »²³³

C'est une réalité métrologique quotidienne du royaume de France□la diversité□La diversité des mesures, celle des impôts et des juridictions meurtrit le sentiment d'appartenance des citoyens à une même nation. Cette diversité des mesures est un problème qui entrave à la fois le commerce et les échanges. Il incarne aussi le pouvoir qu'exercent quelques privilégiés sur la vie de tous. Par exemple, le boisseau est une mesure de capacité qui est utilisée pour la vente de détail des céréales et autres denrées sèches. «*Grains, graines, fèves, lentilles, fruits secs, tels que les châtaignes, les noix et même le charbon*»²³⁴. A la veille de la Révolution, les mesures telle le boisseau ont théoriquement des dimensions particulières. «*Cette mesure, [le boisseau] est un cylindre qui doit avoir 8 pouces, 2 lignes et demi de hauteur sur 10 pouces de diamètre.*□..]»²³⁵ Or à Angers, l'on remarque en 1789 que «*chaque seigneur pour l'ordinaire de ce pays a son boisseau différent.*»²³⁶□

Pour mettre fin à ces difficultés, à Saint André de Blanzac, on demande□«*Que les boisseaux des seigneurs soient tous mis au point, déterminés par l'étalon déposé au greffe de la*

²³² Cahier de la noblesse de Nemours. *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome IV p.111

²³³ *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome IV, p.214

²³⁴ *Archives parlementaires, Extrait des observations de la Société Royale d'agriculture Opus Cit*, T. XI p. 473

²³⁵ *Archives parlementaires. Opus Cit*, p. 473

²³⁶ Cdd. Angers (Le-May) II, pp. 667/668. (cité par Witold Kula, p. 180)

capitale, afin que les agents de ces mêmes seigneurs ne soient plus dans le cas de vexer les malheureux tenanciers.☒²³⁷

A Angers, on constate «☒Qu'il y a encore, dans plusieurs villes du Royaume, un droit considérable qui se perçoit sur les grains dans les marchés, sous le nom de minage☒il est dans certaines villes, de vingt-huitième, dans d'autres même jusqu'au vingtième du boisseau, ce qui fait un fardeau pesant pour les cultivateurs, seuls les nobles et les ecclésiastiques en sont exempts.☒²³⁸ Au Pas-de-Calais on demande «☒Que les seigneurs à qui est dû des rentes en grains soient obligés de tenir au lieu principal du fief des mesures marquées et jaugées à l'ancienne et petite ou grande mesure, suivant que l'exigent les redevances.☒²³⁹ A Quimper, on demande des seigneurs «☒Qu'ils paient désormais leurs rentes à une seule mesure royale et que toutes les mesures des seigneurs soient réduites à la mesure du Roi, sans qu'aucun seigneur puisse en avoir de plus fortes ou plus petites.☒²⁴⁰. À Briec, on constate «☒Qu'il y a une infinité de mesures différentes parmi les seigneurs. L'on demande que toutes les mesures soient réduites à celles du Roi.☒²⁴¹

De toute la France s'élève un même constat☒certaines pratiques quotidiennes issues d'un féodalisme d'un autre âge sont devenues trop injustes en un mot inadmissibles. Pour reconstruire la confiance dans l'espace commun, une commune mesure est souhaitée et nécessaire. Parmi toutes les revendications, des cahiers en nombre expriment la diversité des problèmes métrologiques de cette époque.

« La mesure des nobles augmente tous les ans. »²⁴² « Les seigneurs, les ecclésiastiques fieffés, peuvent-ils avoir des mesures de grains aussi variées qu'ils possèdent des fiefs des mesures choisies à leur gré ? »²⁴³ « Il y a presque autant de mesures locales pour les redevances seigneuriales, que de fiefs particuliers. »²⁴⁴

²³⁷ Cdd Saint André de Blanzac, pp. 292/293, (cité par W. dans *Les mesures et des hommes* p. 181)

²³⁸ Cdd. Angers (Charleville), p. 179, (cité par Witold Kula, p. 192)

²³⁹ Cdd. Pas-de-Calais (Selles), II, P. 436, (cité par Witold Kula, p. 183)

²⁴⁰ Cdd. Quimper (Grouzon), p. 226. (cité par Witold Kula, p.182)

²⁴¹ Cdd. Quimper (Briec), p. 189 (cité par Witold Kula., p.182)

²⁴² Cdd. Quimper (Mellac) p.218 (cité par W.Kula, p. 180)

²⁴³ Cdd. Angers (Saint-Sulpice-sur-Moire), II, P 326. (cité par Witold Kulap. 180)

²⁴⁴ Cdd. Quimper (Mellac), p. 218, (cité par Witold Kulap. 180)

« Que le mesurage de tous les territoires de la France soit fait à la même chaîne telle que vingt pieds de Roi pour verge. »²⁴⁵ La Paroisse de Montgeron demande « que le procureur fiscal, accompagné d'une autre officier, fasse exactement, au moins une fois chaque mois, la visite chez les marchands bouchers, pour examiner les poids, fixer le prix de la viande, conformément à la taxe généralement reçue.

La ville de Monthléry demande « que l'étalonnage des mesures agraires et autres mesures soit attribué aux juges des lieux exclusivement. »²⁴⁶ Le tiers-état de Ploërmel demande « qu'on adopte pour la mesure des grains la forme cubique, qui la rend plus facile à vérifier.»²⁴⁷ Les localités du comté d'Eu demandent « que la liberté soit accordée aux marchands et autres de peser et mesurer chez eux les objets qu'ils vendent et achètent à l'intérieur de leur maison, pourvu que leurs poids et mesures soient jaugées et marquées. »²⁴⁸

La noblesse de Troyes demande « que les Etats généraux s'occupent de la question, s'il est utile ou non, à l'avantage du commerce et à la prospérité de l'Etat, de rendre uniformes les poids et les mesures de tout le royaume. Le tiers-état de Troyes présente une demande analogue à la précédente. »²⁴⁹

Le 4 Août

La séance de l'assemblée nationale du 4 août 1789 est très mouvementée. Un vote doit avoir lieu afin de définir si l'on doit faire une déclaration des droits et des devoirs des citoyens ou en rester seulement aux droits. Les cris de l'assemblée sont «*Aux voix*»*Aux voix*» L'abbé Grégoire défend l'idée d'une déclaration des droits et des devoirs des citoyens car dit-il «*Il faut établir un équilibre, il faut montrer à l'homme le cercle qu'il peut parcourir et les barrières qui peuvent et doivent l'arrêter.*»²⁵⁰ M. de Clermont Lodève dit que les devoirs du citoyen découlent de ses droits. M. Camus propose d'ajouter le mot «*devoirs*». Plusieurs voix s'élèvent et parlent pour ou contre la proposition de Camus. Après bien des cris et des mouvements il est voté que la Constitution sera précédée de la déclaration des droits de l'homme et du citoyen.

À la séance du 4 août du soir, après la réunion des bureaux pour les élections des présidents, des secrétaires et pour nommer l'archiviste de l'assemblée, la séance commence vers 20 heures par le projet d'un arrêté relatif à la sécurité du royaume dont il avait été question la

²⁴⁵ Cdd. Pas-de-Calais ((Havrincourt), I, p. 345, (cité par Witold Kulap. 190)

²⁴⁶ Cdd de Montléry *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome VII, p. 642

²⁴⁷ Cdd du tiers-état de Ploërmel, *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome VII, p. 642

²⁴⁸ Cdd d'Eu. *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome VII, p. 642

²⁴⁹ Cdd de la noblesse de Troyes *Archives parlementaires. Opus Cit*, Tome VII, p. 642

²⁵⁰ M L'abbé Grégoire à la séance du 4 août 1789, le matin

vieille. Dans les provinces les actes de violence sont de plus en plus nombreux. Les paysans attaquent les châteaux, tuent, brûlent. Le Vicomte de Noailles explique que les communautés ont demandé dans les cahiers de doléances que «*Les aides, les corvées seigneuriales, les mains mortes et autres servitudes soient supprimées*»²⁵¹ «*Que toutes les charges publiques seront à l'avenir supportées également par tous*»²⁵². M. le Duc d'Aiguillon s'élançait à son tour à la tribune.

« Messieurs, dit-il, il n'est personne qui ne gémissent des scènes d'horreur dont la France offre le spectacle. [...] Ce ne sont point seulement des brigands qui, à main armée, veulent s'enrichir dans le sein des calamités : dans plusieurs provinces, le peuple tout entier forme une espèce de ligue pour détruire les châteaux, pour ravager les terres, et surtout pour s'emparer des chartiers, où les titres des propriétés féodales sont en dépôt. Il cherche à secouer enfin un joug qui, depuis tant de siècles, pèse sur sa tête ; et il faut l'avouer, Messieurs, cette insurrection, quoique coupable (car toute agression violente l'est), peut trouver son excuse dans les vexations dont il est victime. Les propriétaires des fiefs et des terres seigneuriales, ne sont il faut l'avouer, que bien rarement coupables des actes dont se plaignent leurs vassaux ; mais leurs gens d'affaires sont souvent sans pitié, et le malheureux cultivateur, soumis au reste barbare des lois féodales qui subsistent encore en France, gémit de la contrainte dont il est victime. Ces droits, on ne peut le dissimuler sont une propriété ; et toute propriété est sacrée, mais ils sont onéreux aux peuples, et tout le monde convient de la gêne continuelle qu'ils leur imposent. [...] »²⁵³

M. Le Guen de Kerengal, député de la Basse Bretagne s'exprime à son tour :

« Le peuple impatient d'obtenir justice, et las de l'oppression, s'empresse de détruire ces titres, monuments de la barbarie de nos pères. Soyons justes, Messieurs, qu'on nous apporte ici les titres qui outragent non seulement la pudeur, mais l'humanité même ; qu'on nous apporte ces titres qui humilient l'espèce humaine, en exigeant que les hommes soient attelés à une charrette comme les animaux de labourage ; qu'on nous apporte ces titres qui obligent les hommes à passer les nuits, à battre les étangs pour empêcher les grenouilles de troubler le sommeil de leurs voluptueux seigneurs ! Qui de nous, Messieurs, dans ce siècle de lumières, ne ferait pas un bûcher expiatoire de ces infâmes parchemins, et ne porterait pas le flambeau pour en faire un sacrifice sur l'autel du bien public ? [...] »²⁵⁴

Faisant suite à ce discours, «*L'enthousiasme saisit toutes les âmes*»²⁵⁵. Des propositions d'abandon de privilèges se succèdent. M. le marquis de Foucault parle d'abus des pensions

²⁵¹ M le Vicomte de Noailles à la séance du 4 août 1789, le soir

²⁵² M le Vicomte de Noailles séance du 4 août 1789, le soir

²⁵³ M le Duc d'Aiguillon à la séance du 4 août 1789, le soir

²⁵⁴ M Le Guen de Kerengal à la séance du 4 août 1789, le soir

²⁵⁵ Rapporteur de la séance du 4 août 1789, le soir

militaires. M. le vicomte de Beauharnais demande l'égalité des peines quel que soit le rang social du prévenu. Il propose que tous les citoyens puissent être admis dans les emplois jusque-là réservés. M. Cottin demande que les justices seigneuriales qui pèsent sur l'agriculture soient abolies. M. l'évêque de Nancy demande à ce que les fonds générés par le rachat des droits ecclésiastiques soient convertis en «*placements utiles pour l'indigence*»²⁵⁶.

L'évêque de Chartres propose l'abolition du droit de chasse qui ruine les campagnes. À cette proposition, une clameur se lève du côté de la noblesse où ensemble chacun fait l'abandon de son droit de chasse. Le clergé applaudit vivement à cette offre. Des représentants de la noblesse abandonnent leur droit de colombier. M de Richier demande la gratuité de la justice. Des curés sacrifient leur casuel²⁵⁷. M. de Saint-Fargeau propose d'appliquer toutes ces motions dès l'année en cours.

« Les signes de transports et l'effusion de sentiments généreux dont l'assemblée présente le tableau le plus vif et le plus animé d'heure en heure, ne laissant qu'à peine le temps de stipuler les mesures de prudence avec lesquelles il convient de réaliser ces projets salutaires, votés par tant de mémoires, d'opinions touchantes, et de vives réclamations dans les assemblées provinciales, dans les assemblées des bailliages, et dans les autres lieux où les citoyens ont pu se réunir depuis dix-huit mois. [...] »²⁵⁸

Dès la séance du 5 août, un projet de décret, reprenant l'ensemble des abandons généreux de la veille propose «*Que tous les membres privilégiés, et les représentants des provinces et des villes se sont empressés de faire, comme à l'envi, au nom de leurs concomitants, entre les mains de la nation, la renonciation solennelle à leurs droits particuliers et à tous leurs privilèges.*»²⁵⁹

Les séances du 6, 7, 8 et 9 août, les séances du soir s'ouvrent par la lecture de lettres de félicitations qui arrivent des provinces avec l'adhésion des trois ordres d'un nombre important de provinces, de villes et de corporations au projet de loi abolissant les privilèges. La liesse qui avait transporté les représentants des nobles et du clergé déposant un à un ou en bloc leurs privilèges au pied de la nation s'empare des provinces. Les villes de Lodève, Orange, Ambert en Auvergne, Hennebont, Narbonne, Thiers, Nîmes, Loriol en Dauphiné, Agde, Draguignan,

²⁵⁶ M l'évêque de Nancy à la séance du 4 août 1789, le soir

²⁵⁷ Charge vénale héréditaire

²⁵⁸ Rapporteur de la séance du 4 août 1789, le soir

²⁵⁹ Extrait d'un arrêté de la séance de l'assemblée nationale du 5 août 1789. *Archives parlementaires*, Opus cit., T. VIII p. 352

Pertuis, Mirepoix, Fréjus, Rochefort, Crépy en Valois, Caux, Thorigny ... Toutes abandonnent généreusement leurs privilèges. Le 10 août, l'Assemblée signe un décret qui organise la sécurité publique. La France est en pleine guerre civile. Ensuite, «*On est revenu à la discussion sur les articles, relatifs à l'abolition des privilèges.*»²⁶⁰ Le 11 août, le projet de décret discuté depuis le 4 août est enfin prêt. Ce décret supprime de fait les droits de mesure.

La métrologie avant le mètre

XIIIe - XVIe – Dictionnaire de La Curne de Sainte PALAYE

« **Mesure.** Vaisseau pour mesurer les grains : « Quiconques mesure à fausse mesure et y est atains, la mesure doit estre arse. » « Les mugniers doivent prendre.... d'une mesure demie escuelle.... La grandeur de la mesure du blé doit tenir justement six pintes au minot. »

« Mesure à boisseaux, à ras, pele, et feru. Pele signifie comble ; ces mots s'entendent de la mesure d'avoine et des cens dûs en avoine, dont le grain long et non licé n'enfonce dans le boisseau, s'il n'est secoué ou feru de la pesle ou radoir ; lorsqu'à la mesure d'avoine due de cens est ajoutée à ras ou pesle le mot de feru, le seigneur peut faire frapper le boisseau, afin que le grain enfonce mieux. »

« Le muid de grain, mesure de salines, qui est la plus grande mesure, a douze stiers ou stier, quatre quartaux, deux moitons. » [...]

« courtoisie et mesure est une même chose »²⁶¹

1690 – Dictionnaire de Furetière

« **Mesure.** subst. fem. Ce qui sert à connoistre la grandeur, l'estendue, la quantité de quelque corps. La mesure des longueurs est la ligne ou grain d'orge, le pouce contenant 12 lignes, le pied 12 pouces, le pas geometrique 5 pieds, la toise 6 pieds, la perche des Geometres 10 pieds ; en quelques lieux elle va jusqu'à 22. pieds ; la stade 125. pas ; le mille 8. stades ; la lieue Françoisse trois mille. Et pour les distances celestes, la mesure est le demi-diamètre de la terre de 15000. lieues ou environ. Il y a aussi pour les estoffes, l'aune, la canne, la verge, la brasse, qui sont differentes, selon les lieux. Pour les surfaces, l'arpent de 100. perches quarrées, l'acre, le journal, le Septier, &c. Pour les corps solides, le pied cube, la toise cube. On appelle mesures rondes, celles qui servent à mesurer les grains & les fruits, le litron, le boisseau, le minot ou bichet, le septier, le muid : Pour les liqueurs, le tonneau, la pippe, la barrique ; & en detail, le demi-septier, la chopine, la pinte, la quarte ; le pot, la feuillette.

La mesure d'herbes en Medecine se fait par fascicules, manipules & pugilles.

La mesure nouvellement réglée de l'arpentage des eaux & Forests est de douze lignes par pouce, 12 pouces pour le pied, 22 pieds pour perche, & 100 perches par arpent.

²⁶⁰ Extrait de la séance de l'assemblée nationale du 10 août 1789.

²⁶¹ XIIIe - XVIe – Dictionnaire de La Curne de Sainte PALAYE – cd rom, Bibliothèque Mazarine, Paris.

L'Ordonnance du mois d'Octobre 1669 règle l'estalonnage des mesures des grains, farines, legumes, fruits, charbons, &c. & les anciennes mesures sont abrogées. Il est ordonné qu'il sera fondu de nouvelles matrices qui seront gardées dans la Chambre des Mesureurs de Sel qui est à l'Hostel de Ville, sur lesquelles sera fait l'épalement de toutes les mesures de bois, qui doivent estre marquées à la lettre courante de l'année. Les mesures de bois doivent avoir un cercle de fer en dehors pour les cintrer, qui sera appliqué bord à bord du fust du Minot. »

1751 - Diderot et d'Alembert à l'article "mesure"

« **Mesure**, s. f. *en géométrie*, marque une certaine quantité qu'on prend pour unité, & dont on exprime les rapports avec d'autres quantité homogènes. *Voyez* Minage, Mesurer & nombre.

Cette définition est plus générale que celle d'Euclide, qui définit la *mesure* comme une quantité qui, étant répétée un certain nombre de fois, devient égale à une autre ; ce qui correspond seulement à partie aliquote.

La mesure d'un angle est un arc décrit du sommet a (*PL. Géomet. fig. 10*) [...] & d'un intervalle quelconque entre les côtés de l'angle, comme d f. Les angles sont donc différens les uns des autres, suivant les rapports que les arcs décrits de leurs sommets, & compris entre leurs côtés, ont aux circonférences, dont ces arcs font respectivement partie ; & par conséquent ce sont ces arcs qui distinguent les angles, & les rapports des arcs à leur circonférence distinguent les arcs : ainsi l'angle l a c est dit du même nombre de degrés que l'arc f d.

La mesure d'une surface plane est un quarré qui a pour côté un pouce, un pié, une toise, ou toute autre longueur déterminée. Les Géometres se servent ordinairement de la verge quarrée, divisée en cent piés quarrés & les piés quarrés en pouces quarrés. On se sert de mesures quarrées pour évaluer les surfaces ou déterminer les aires des terrains, 1°. parce qu'il n'y a que des surfaces qui puissent mesurer des surfaces, 2°. parce que les mesures quarrées ont toute la simplicité dont une mesure soit susceptible, lorsqu'il s'agit de trouver l'aire d'une surface. La mesure d'une ligne est une droite prise à volonté, & qu'on considère comme unité. Les Géometres modernes se servent pour cela de la toise, du pié, de la perche, &c.

Mesure de la masse, ou quantité de matiere en mécanique, ce n'est autre chose que son poids ; car il est clair que toute la matiere qui fait partie du corps, & qui se meut avec lui, gravite aussi avec lui ; & comme on a trouvé par expérience que les gravités des corps homogènes étoient proportionnelles à leurs volumes, il s'ensuit de-là, que tant que la masse continuera à être la même, le poids sera aussi le même, quelque figure que le poids puisse recevoir, ce qui n'empêche pas qu'il ne descende plus difficilement dans un fluide sous une figure qui présentera au fluide une surface plus étendue ; parce que la résistance & la cohésion d'un plus grand nombre de parties au fluide qu'il faudra déplacer, lui fera alors un plus grand obstacle.

Mesure d'un nombre, en arithmétique, est un autre nombre qui mesure le premier, sans reste, ou sans laisser de fractions ; ainsi 9 est mesure de 27.

Mesure d'un solide, c'est un cube dont le côté est un pouce, un pié, une perche, ou une autre longueur déterminée.

« **Mesure**, règle originairement arbitraire, & ensuite devenue fixe dans les différentes sociétés, pour marquer soit la durée du tems, soit la longueur des chemins, soit la quantité des denrées ou marchandises dans le commerce. De-là on peut distinguer trois sortes de mesures : celle du tems, celle des lieux, celle du commerce.

La mesure du tems chez tous les peuples a été assez communément déterminée par la durée de la révolution que la terre fait autour de son axe, & de là les jours ; par celle que la lune emploie à tourner autour de la terre, d'où l'on a compté par lunes ou par mois lunaires ; par celle où le soleil paroît dans un des signes du zodiaque, & ce sont les mois solaires ; & enfin par le tems qu'emploie la terre à tourner autour du soleil, ce qui fait l'année. Et pour fixer ou reconnoître le nombre des années, on a imaginé d'espace en espace des points fixes dans la durée des tems marqués par de grands événemens, & c'est ce qu'on nomme époque.

La mesure des distances d'un lieu à un autre est l'espace qu'on parcourt d'un point donné à un autre point donné, & ainsi de suite, pour marquer la longueur des chemins. Les principales mesures des anciens, & les plus connues, étoient chez les Grecs, le stade ; chez les Perses, la parasangue ; en Egypte, le schoene ; le mille parmi les Romains, & la lieue chez les anciens Gaulois. [...] Les Romains avoient encore d'autres mesures pour fixer la quantité de terres ou d'héritages appartenans à chaque particulier. Les plus connues sont la perche, le climat, le petit acte, l'acte quarré ou grand acte, le jugere, le verse & l'érédié. A l'égard des mesures des denrées, soit seches, soit liquides, elles varioient selon les pays. Celles des Egyptiens étoient l'artaba, l'aporrhima, le saytès, l'oephis, l'ionium ; celles des Hébreux étoient le corc, le hin, l'epha, le sat, ou satum, l'homer & le cab. Les Perses avoient l'achane, l'artaba, la capithe. Chez les Grecs on mesuroit par medimnes, chenices, septiers, oxibaphes, cotyles, cyathes, cueillerées, &c. A Rome on connoissoit le culeus, l'amphore, le conge, le septier, l'emine, le quartarius, l'acetabule & le cyathe, sous lesquels étoient encore d'autres petites mesures en très-grand nombre.²⁶² »

- 1762 - Dictionnaire de l'Académie à l'article « mesure »

« **Mesure** : Ce qui sert de règle pour déterminer une quantité. Mesure juste. Fausse mesure. Mauvaise mesure. Vendre à faux poids & à fausse mesure. Faire bonne mesure. Mesure rase. Mesure comble. Les mesures du blé, du vin &c sont différentes selon les différentes provinces. On a voulu autrefois réduire les mesures à une même mesure. Mesure du Roi. Mesure d'Abbaye. Mesure de Châtellerie. Mesure étalonnée. La mesure du vin est plus petite à Paris qu'à Saint-Denis. Le setier est une mesure de blé. La pinte, la chopine, sont des mesures de vins & d'autres liqueurs. La perche, la toise, l'aune, le pied sont des mesures de longueurs, largeur et profondeur.

On dit, qu'il ne faut pas avoir deux poids, deux mesures, pour dire qu'il faut juger de tout par les mêmes règles et sans partialité.

Les Philosophes disent, que le mouvement est la mesure du temps.

On dit proverbialement et figurément, De la mesure dont nous mesurerons les autres, nous serons mesurés, pour dire, que nous serons traité comme nous avons traités les autres. On dit figurément, en parlant d'un pécheur endurci, qui ajoute crime sur crime, qu'il a comblé la mesure, que la mesure est comble, pour dire, que la grandeur & le

²⁶² Encyclopédie de Diderot et d'Alembert ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers.

nombre de ses péchés lui doivent faire craindre un prompt châtement de la justice divine. [...]

L'écriture dit que Dieu a tout fait avec poids, nombre et mesure.

Et l'on dit d'un homme sage & circonspect, qu'il fait tout avec poids et mesure.

Mesure, se prend encore particulièrement pour la quantité comprise dans le vaisseau qui sert de mesure pour vendre en détail; mais cela ne se dit guère que dans ces phrases : une mesure de sel qui veut dire un litron de sel. Une mesure d'avoine, qui signifie, un picotin d'avoine. [...] ²⁶³ »

Les anciennes mesures

Les anciennes mesures n'étaient pas d'unique valeur au niveau international. Aujourd'hui, un mètre à Perpignan est toujours un mètre à Strasbourg, à Tokyo, à Moscou ou à Bruges. Un kilogramme reste un kilogramme, à Paris, à Bâle, à Hongkong ou à Toulouse. Une seconde est une même durée de temps à Pékin, à Toronto ou à Milan.

Cette unification de la valeur des mesures dans le monde entier est due en partie à l'organisation de comparaisons des étalons²⁶⁴ nationaux entre eux. Ces étalons nationaux étant eux-mêmes les étalons primaires à partir desquels se raccordent les étalons secondaires, ou de travail, c'est-à-dire ceux qui sont utilisés dans les laboratoires, l'industrie et le commerce.

Les références de nos unités de mesure reposent sur des constantes physiques fondamentales²⁶⁵ que peu de personnes connaissent.

²⁶³ *Dictionnaire de l'Académie* (1762) cd rom Bibliothèque Mazarine.

²⁶⁴ L'étalon est une mesure matérialisée, appareil de mesure, matériau de référence ou système de mesure destiné à définir, réaliser, conserver ou reproduire une unité ou une ou plusieurs valeurs d'une grandeur pour servir de référence. VIM. § 6.1 L'étalon national est reconnu par une décision nationale, dans un pays pour servir de base à l'attribution aux autres étalons de la grandeur concernée. VIM § 6.3 L'étalon primaire est l'étalon qui est désigné ou largement reconnu comme présentant les plus hautes qualités métrologiques et dont la valeur est établie sans se référer à d'autres étalons de la même grandeur. § VIM. 6. 4 L'étalon secondaire est un étalon dont la valeur est établie par comparaison avec un étalon primaire de même grandeur. § VIM 6. 5 L'étalon de référence est en général de la plus haute qualité métrologique disponible en un lieu donné ou dans une organisation donnée, dont dérivent les mesurages qui y sont faits. VIM § 6.6 L'étalon de travail qui est utilisé couramment pour étalonner ou contrôler des mesures matérialisées, des appareils de mesure ou des matériaux de référence. VIM § 6.7. L'étalon de transfert est l'étalon utilisé comme intermédiaire pour comparer entre eux des étalons. VIM § 6.7. L'étalon voyageur, est l'étalon, parfois de construction spéciale, destiné au transport en des lieux différents. Exemple □ étalon de fréquence à césium, portable, fonctionnant sur accumulateur. VIM § 6.9.

²⁶⁵ A part le kilogramme.

Les anciennes mesures sont définies tout autrement :

« Les anciennes mesures instituent l’homme comme mesure des choses. D’une part, par son corps qu’il offre à la mesure. Pouce ; pied ; doigt ; toise, du latin *tensa*, sous-tendu ; *empan* : distance entre l’extrémité du pouce et celle du petit doigt ; *aune*, ou *aulne*, de *ulna*, avant-bras : mesure égale à deux bras étendus ; *coudée* : distance entre le coude et l’extrémité du majeur (la coudée Charlemagne est longue de deux pieds). Quant au *yard* anglais, il mesure la longueur d’une ceinture d’homme et/ou la longueur du bras d’Henri I^{er} !

D’autre part, par son travail qu’il offre à la mesure. L’*hommée* et l’*œuvrée*, surface d’un terrain qu’un homme bêche en un jour ; la *fauchée*, surface qu’un homme fauche en un jour ; la *charrée*, quantité de travail qu’on doit fournir pour remplir une charrette.

Le corps de l’homme, son travail, mais aussi certaines choses usuelles, sont pris comme unités de mesure. En particulier les grains de céréales, utilisés comme étalons de longueur et de poids. »²⁶⁶

Avant l’adoption du système métrique décimal, la valeur des mesures change d’un lieu à un autre, d’une profession à l’autre, d’une céréale à l’autre. La mesure de blé n’a pas la même capacité que la mesure d’orge, d’avoine, de charbon ou de sel. Les denrées précieuses sont pesées avec une livre légère et d’autres denrées plus courantes avec une livre grosse. Chaque marchandise est pesée ou mesurée avec sa mesure ou son poids distinct. La mesure prend en compte la valeur de la chose mesurée. Le blé n’a, en effet, pas la même valeur marchande que l’orge ou l’avoine. Le grain est mesuré dans une mesure rase ou comble, la farine est pesée à l’aide d’une “livre” et le pain à l’aide d’une autre “livre”.

Dans la durée, le prix du pain est fixe, seul son poids varie en fonction du prix du grain.

Le poids du pain est défini chaque semaine selon la *mercuriale*²⁶⁷ des grains. Le prix des choses a tendance à être invariable ou à ne subir que peu de changement sur de grandes périodes. La variation de la valeur de l’article s’exprime par une variation de poids. Le poids du pain varie lorsque les récoltes ont été plus ou moins abondantes alors que son prix reste fixe. Les acheteurs sont donc quotidiennement confrontés et donc attentifs aux questions des poids et mesures. Dans notre société industrielle, un kilogramme de farine acheté reste un kilogramme, la variation de sa valeur s’exprime par le changement de prix.

²⁶⁶ Guedj D. *Le mètre du monde*, Ed. Seuil, Paris, 2000, p. 257

²⁶⁷ Etat détaillé des prix, emprunté du latin *mercuriale*. Mercure est le dieu du commerce.

Diversité des mesures

L'Anglais Arthur Young, traversant la France à la veille de la révolution, pour y réaliser une enquête sur l'agriculture du pays, s'étonne dans ses écrits de voyage de l'état d'obsolescence des techniques agricoles par rapport à celles d'Angleterre. Il écrit que l'on trouve sur un même territoire une bonne dizaine de mesures cadastrales pour les champs, et autant de mesures pour évaluer les grains.

« Le sac de blé est à Ham de quatre setiers et demi, écrit-il, à St Quentin de quatre setiers, à Péronne et à Noyon de trois setiers. La même diversité règne dans les jauges et mesures des liquides ; la mesure des terres varie aussi beaucoup. »²⁶⁸

En 1789, d'après les Observations du comité royal d'agriculture□

« Dans le baillage de Montdidier, quoiqu'il ne soit composé que de 146 paroisses, il y a d'abord les mesures du *bailliage*, ensuite celles de la *prévoté*, et enfin des *mesures locales*. Les unes et les autres ne s'étendent qu'à des cantons peu étendus ; mais chacun de ces cantons a des mesures particulières sur lesquelles se règlent les arpentages. Il résulte de l'examen détaillé qui en a été fait, qu'il existe dans le baillage, savoir :

Des *journaux* de 758, 847, 933, 1016, 1029, 1062, 1111, 1129, 1145 1/2, 1198, 1264, 1287 de nos toises carrées. Des *verges* employées à la mesure des journaux, de 20, 21, 21 1/2, de 22, 24, 25 pieds de notre toise. Des pieds de 10 pouces 4 lignes, 10 pouces, 8 lignes, 11 pouces, 11 pouces 4 lignes, 11 pouces 8 lignes, 12 pouces de notre pied de notre toise.

Qu'on joigne à ce chaos local la diversité générale des *arpents*, des *journaux*, des *perches*, des *verges* et de leurs innombrables subdivisions, on verra que d'un bout du royaume à l'autre, les français traitent de leurs propriétés foncières en parlant une langue dont chacun d'eux entend à peine quelques mots. »²⁶⁹

C'est vrai qu'avant la Révolution, sous une même appellation, les mesures sont très nombreuses et de valeurs différentes. Mais en regardant de plus près la grande diversité métrologique avant que le système métrique décimal n'existe, il apparaît que les mesures locales n'étaient pas si incohérentes que veulent bien faire croire les Révolutionnaires. Une part du pouvoir révolutionnaire s'est légitimé en dénigrant les pratiques métrologiques anciennes. Pour les révolutionnaires, le nouveau système des poids et mesures a toutes les qualités, les anciennes mesures tous les défauts.

²⁶⁸ Arthur Young, cité par W.Kula, *Opus cit.*, p.302

²⁶⁹ Archives parlementaires. Opus Cit, Tome 11, p. 484.

La métrologie, héritière de l'antiquité

Les scientifiques, législateurs et philosophes du XVIII^e siècle (qui étaient souvent les mêmes) ont contribué à une admirable œuvre sociale et de métrologie en instituant un système universel, rationnellement et scientifiquement solide, simplement cohérent et acceptable par tous. De leur œuvre est née l'égalité de tous devant la loi métrique. Cependant par la transmission scolaire, l'idéologie républicaine a tenté de faire oublier que bon nombre des principes métrologiques sur lesquels s'appuie la cohérence du système métrique décimal sont issus de vieux principes que nos anciens connaissaient déjà 3000 ans avant notre ère.

En 1790, Tillet et Abeille présentant les *Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures*, à l'Assemblée nationale le 6 février 1790, remarquent que ces mesures qui ont traversé les siècles avec leur multiplicité de formes et de valeurs sont vieilles et respectables, même si elles gênent le commerce et favorisent les fraudes.

« C'est un fait notoire que non seulement on se sert en France de quantité de poids différents qui portent tous le nom de *livre*, mais encore une multitude de boisseaux, d'aunes, de verges, de cannes, de toises, de pintes ; et que ces mesures diffèrent entre elles, quoiqu'on les désigne par le même nom ; que ces différences sont très considérables, non pas d'une province à une autre, ou d'une ville à une autre, mais dans la même ville, dans le même bourg, dans le même village. Ce désordre que l'on pourrait qualifier de malheur public tient à plusieurs causes, et il faut qu'elles soient bien puissantes ou par elles-mêmes ou par leur réunion, ou par l'empire de l'habitude, puisqu'elles ont résisté à tous les moyens employés depuis plus de 12 siècles pour les détruire. »²⁷⁰

Depuis les débuts de l'Histoire, le paysan, le savant, l'artisan, le marchand, le voyageur, l'artiste, le constructeur, la mère de famille, du plus doté au plus humble, tous ont utilisé des mesures pour se déplacer, peser, arpenter, construire, naviguer, évaluer, comparer, échanger, vendre, acheter... Pour organiser ses activités quotidiennes, l'homme pratique et partage la mesure depuis au moins 5000 ans. Les systèmes de mesure que nous utilisons à travers le temps et l'espace ne sont pas nés des «Lumières». Ils sont issus d'une très vieille histoire.

Les nombreux systèmes de mesure qui ont été utilisés à la surface du globe ont évolué à travers le temps et l'espace. Certains ont disparus, d'autres sont nés. Les systèmes de mesure sont des moyens de communication tout aussi nécessaires à la vie sociale que les langues. Les processus de leur création, leur diffusion, leur transformation au contact d'autres systèmes, leur transmission et leur disparition ressemblent à celles des langues et restent un champ

²⁷⁰ Archives Parlementaires. Opus Cit, Tome 11, p. 484.

d'études largement ouvert. Tout comme nous naissons dans un environnement culturel qui nous lègue une langue première ou langue maternelle, notre famille, notre culture nous lègue aussi un système de mesure qui nous permet d'évaluer le réel, de structurer notre sensibilité et par-là même de communiquer des valeurs. Comme tout langage, la métrologie subit et génère des transformations, des acceptions de sens nouveaux, de nouvelles techniques, des pratiques différentes ou plus sophistiquées durant les périodes d'acculturation quand les civilisations s'interpénètrent. Les dominants introduisent leurs mesures parmi les peuples qu'ils colonisent. Ils adoptent parfois les mesures des populations locales.

J'imagine que les anciens qui utilisaient des mesures comme la livre, la coudée, le pied ou le pouce ne percevaient pas les objets comme nous les percevons aujourd'hui en les estimant en kilogrammes, mètres ou centimètres. Mais j'imagine qu'un physicien ne perçoit pas un objet de la même manière qu'une personne peu versée dans la mesure. Le premier « pense » le nanogramme ou la femtomole en tant qu'unités usuelles, le deuxième a pour ordre de grandeur le kilogramme, le centimètre ou le kilomètre.

Pendant des millénaires, l'homme mesure le monde qui l'entoure à l'aide de ce qu'il a de plus sensible : son corps. L'homme-étalon utilise donc la longueur et de ses membres, de ses pas. Il prend pour étalon sa capacité de labour, sa capacité de fauchage en un jour, sa capacité de marche en deux heures, le poids et la température de son corps, la portée de sa voix, celle de sa flèche...

« Après des siècles d'expérience, la sagesse populaire parvint à faire une synthèse des diverses mesures anthropométriques ; toutes devenaient commensurables : les unes étaient les multiples et les fractions de l'autre, les multiples satisfaisant à cette exigence essentielle pour la mentalité primitive qu'était la division par deux. Après avoir été transformées ainsi de mesures individuelles concrètes en mesures abstraites pour former un système d'unités commensurables aux multiples simples et divisibles par deux, ces mesures purent très bien fonctionner pendant des siècles dans les relations humaines au sein de petits groupes. »²⁷¹

Ce n'est que petit à petit que la culture métrologique se construit sur des bases abstraites telles que nous les retrouvons déjà en Mésopotamie ou en Chine plusieurs millénaires avant notre ère et telle qu'elle se développe encore aujourd'hui.

La métrologie personnalisée

« Les ordonnances médicales éthiopiennes des XVI et XVII^e siècles utilisent encore en tant que mesure « ton doigt ». [...] Cette formule prouve que le processus qui devait

²⁷¹ Witold Kula, *Opus Cit*, p.37.

conduire à la notion d'un doigt abstrait, en tant qu'unité de mesure, n'avait pas encore eu lieu. »²⁷²

Le «doigt» métrologique n'est plus «mon doigt» ou «ton doigt» mais «un doigt moyen»²⁷³. Ce doigt va devenir un objet particulier l'étalon.

Le doigt métrologique devient alors «un standard» reconnu, partagé et protégé par une communauté humaine plus ou moins importante.

L'étalon socialement reconnu au sein d'un groupe comme un bien commun est de très loin plus qu'un simple morceau de bois ou de métal. L'étalon d'un groupe matérialise l'expression d'une technique métrologique élaborée. Il matérialise *aussi* un pacte métrologique.

La culture métrologique transforme la mesure sensible individuelle de «mon pied», «ton pied» ou de «ton doigt» en une valeur abstraite qui représente «le pied standard» d'un groupe humain. Cette élaboration est complexe par le fait qu'elle sort les individus du domaine du particulier pour construire l'espace commun. Le groupe s'appuie sur l'accord et la reconnaissance sociale du groupe par lui-même en se donnant des règles d'échange basées sur l'entente. L'étalon d'un groupe social, reconnu par le plus grand nombre au sein de la communauté, devient commun, légitime et culturel. Reconnu comme tel, l'étalon, ici la valeur du doigt, est transmis comme valeur au cœur de la société dont il est un des éléments culturels dans l'espace commun. Le doigt métrologique devient alors une norme stable, dotée d'une définition particulière dans un lieu, à un moment donné.

Au Moyen-Age le «doigt» était pour les Musulmans la mesure de «*six grains d'orge serrés ventre contre dos, chaque grain en largeur, devait lui même être équivalent à six poils de la queue d'un mulet*»²⁷⁴

Au Moyen-Age en France, le «pouce» est la mesure de **douze grains d'orge** bien nourris joints ensemble, en large et non en long. En Chine²⁷⁵ sous les Tang, un *justu* est un étalon de

²⁷² W. Kula, *Opus Cit*, p.34

²⁷³ Ce «doigt» métrologique représente une valeur moyenne proche de la valeur d'un «doigt» moyen.

²⁷⁴ Dumas Histoire générale des techniques, T. II. P.315.

²⁷⁵ La monnaie chinoise, une des plus ancienne que nous connaissions se référait également au poids de ce grain de millet du Nord.

longueur équivalent à «*Un grain de millet du Nord, de taille moyenne, pris dans le sens de sa largeur*»²⁷⁶.

Pour compléter les mesures anthropométriques, la principale richesse du monde rural et base de l'alimentation pour la plus grande partie de l'humanité pendant des millénaires, le grain, et particulièrement le grain de millet, de blé ou d'orge est mesure de poids, de longueur, de surface et de volume. Le kilogramme pesait à l'origine «*livres 5 gros, 15 grains de la livre de Paris d'après la Pile dite de Charlemagne*»²⁷⁷ qui servait d'étalon.²⁷⁸

La livre et la livre médicinale

En Europe, à la veille de la Révolution, comme pour toutes les autres mesures, il existait des livres de différentes valeurs. L'or, le pain ou la farine n'étaient pas pesés avec une même livre. Les denrées précieuses étaient pesées avec une livre légère et d'autres denrées plus courantes avec une livre grosse. A Venise, il existait huit sortes de livres utilisées dans les échanges.

En France, en 1789, la Pile de Charlemagne également nommée, *Poids de Charlemagne*, est un étalon royal. La livre royale est de 16 onces, soit 2 marcs de 8 onces. C'est à partir de cette pile et son *marc* que les orfèvres de Paris «*se sont fait une livre*»²⁷⁹. La livre ou *marc des orfèvres* et monnayeurs est de 8 onces et non de 16 comme la livre royale.

En 1789, une autre livre importante existe en France «*la livre médicinale de 12 onces*». Cette livre médicinale est calculée sur la base sexagésimale des Mésopotamiens et est de même valeur que la livre romaine. Sans avoir la preuve formelle que cette livre médicinale soit exactement la même que celle de même valeur qu'utilisaient les Mésopotamiens, je soutiens l'hypothèse que c'est très probable. Cette hypothèse nécessiterait des travaux historiques approfondis qui n'entrent pas dans le cadre de cette thèse. Cependant, il semble que contrairement aux mesures marchandes et à celles utilisées pour les redevances manipulées au gré des circonstances, la mesure médicinale aurait traversé les millénaires sans être altérée, précisément parce qu'elle est médicinale. Issu de la préhistoire, le moyen de soigner est un art

²⁷⁶ Luce Brunois. *La Route de la soie*. Ed. Arthaud, 1985, p. 194

²⁷⁷ Cette Pile fut l'étalon de la Cour des Monnaies jusqu'à la Révolution.

²⁷⁸ L. Marquet. La mise en application en France du système métrique décimal. 1790-1840- p. 13.

²⁷⁹ Archives Parlementaires. "Observations de la Société Royale d'agriculture" Opus Cit, T. XI p. 471 – en italique dans le texte

très respecté. Des recettes médicales, que nous imaginons à l'époque fort anciennes déjà, sont consignées sur la pierre gravée du code d'Hammourabi. Jean Bottéro dans différents ouvrages sur la Mésopotamie montre une culture médicale riche et élaborée.

« Dans toutes les cultures, on a appris très tôt à combattre le mal physique avec les moyens du bord : c'est la médecine empirique. Elle est connue en Mésopotamie dès la moitié du III^e millénaire, peu après les débuts de l'écriture, et tout d'abord par son spécialiste, son technicien : le médecin, en akkadien *asû*, mot dont nous ignorons le sens radical.[...] Les *asû* se servaient avant tout de « remèdes » (*bultu* : « qui rend la vie ») tirés de tous les ordres de la nature, mais principalement des plantes, d'où leur désignation générique de « simples²⁸⁰ » (*shammû*). On les utilisait fraîches ou séchées, entières ou pulvérisées, le plus souvent mélangés pour en multiplier les effets. »²⁸¹

Kramer explique dans son ouvrage "*L'histoire commence à Sumer*"²⁸² comment les « ordonnances sumériennes » supposent de très bonnes connaissances des simples, elles utilisaient « la casse, le myrte, l'*assa foetida* et le thym ». Les remèdes étaient aussi tirés d'arbres tels que « le saule, le sapin, le figuier, et le palmier-dattier »²⁸³. Les « *asû* » avaient également de bonnes connaissances en chimie. Les recettes d'onguents, de substrats et d'autres préparations médicinales nécessitaient des opérations de filtrages, de combinaison, de combustion, de réduction et des mélanges chimiques reposant sur un très vieil empirisme. Kramer fait justement remarquer que le problème est que les anciens n'ont pas laissé de modes d'emploi quantifiés. Les informations manquent sur les quantités utilisées, la fréquence de l'application de telle ou telle préparation pour telle ou telle maladie. Tout comme les métallurgistes, les « ingénieurs » du génie hydraulique ou les architectes de Sumer, les médecins devaient transmettre oralement et par la pratique leurs connaissances métrologiques.

Sur les Routes de la Soie, circulaient de nombreuses plantes médicinales. D'après les *Récits de Dunhuang*, issus de la tradition populaire, Luce Boulnois fait revivre une princesse chinoise avant son départ. Elle va se marier au loin en empruntant une des routes de la soie. Elle emporte avec elle les moyens de rendre prospère son nouveau pays : des cocons de vers à soie dans son chignon et des graines de mûrier dans un coffret. La Chine, seule productrice de

²⁸⁰ Terme encore largement utilisé avant le développement industriel de la chimie pharmaceutique. Aujourd'hui l'usage des simples revient en force dans les médecines alternatives.

²⁸¹ J. Bottéro *Initiation à l'Orient ancien*. Ed. Seuil, Paris, 1992, p. 206.

²⁸² S. N. Kramer *L'histoire commence à Sumer*. Ed. Flammarion, Paris, 2000, 316 p.

²⁸³ S. N. Kramer. *Opus cit.*, pp. 87-88

soie à l'origine, en gardera longtemps le monopole. Il était alors strictement interdit de sortir du pays des vers à soie et de quoi les nourrir. Cependant la princesse est rusée et trompe la vigilance des douaniers.

« La princesse fit venir une de ses servantes et lui dit d'ouvrir son coffret à pharmacie : toutes sortes de simples y étaient rangées, et parmi les nombreuses graines utilisées en médecine, des graines de mûrier, qui font d'ailleurs réellement partie des graines à usage médicinal. Elles avaient ainsi échappé à l'intention de l'officier de police qui avait examiné le coffret. »²⁸⁴

Cette histoire montre une technique transitant par la route commerciale. La mesure médicinale a pu être transmise de manière similaire jusqu'en Occident et garder une valeur égale trois millénaires avant notre ère. Si tel est le cas, le *chaos métrologique* dont les Révolutionnaires parlent tant pour justifier l'usage d'un seul système métrique et décimal n'a jamais été général. L'existence de cette livre médicinale respectée à travers les siècles en serait une manifestation.

En 1312, Philippe Le Bel interdit l'usage de la livre de 12 onces, dite *livre soutive*. Cependant elle reste en vigueur pour les «*Phisiciens et surgiens tant également en cas et non autres où il en auraient à faire por leur medicinés et surgiées estimées et ajustées par les écritures anciennes au pois de cette livre soutive.*»²⁸⁵

En 1557, Henri II, voulant unifier les poids et les mesures du royaume de France, respecte l'utilisation de la livre médicinale. «*Et au regard du poids médicinal, qui sera de douze onces seulement pour la livre.*»²⁸⁶ Et pour cause□

« Les méprises sur le poids des médicaments peuvent avoir des suites si funestes, que la prudence et l'humanité devaient naturellement porter les médecins à conserver les poids dont les apothicaires étaient accoutumés de longue main ; et cet article de prudence était d'autant plus important, que dans la plupart des ateliers de pharmacie, les élèves, les enfants, les servantes même, pèsent les drogues et composent les remèdes prescrits aux malades. »²⁸⁷

Le respect de la livre médicinale, en plus des bonnes raisons invoquées ci-dessus, montre aussi le respect que les anciennes sociétés avaient pour ceux qui les avaient précédés En

²⁸⁴ L. Boulnois. *La route de la soie*. Ed. Olizane, Genève, 2001.

²⁸⁵ Paucton, *Métrologie* p. 37. (cité par Barbieux p. 37)

²⁸⁶ Archives. Parlementaires. Opus Cit, T. XI p. 471

²⁸⁷ Archives.Parlementaires. Opus Cit, T. XI p. 471

respectant l'usage des mesures professionnelles ancestrales, jusqu'à la Révolution, se transmet aussi la reconnaissance d'une affiliation culturelle avec les plus anciens.

Mesures combles et mesures rases

La valeur de la livre médicinale reste stable dans le temps. Il n'en est pas de même, loin s'en faut, des mesures en usage dans le commerce et l'artisanat□les modes de mesurage varient tout autant. Dans l'usage le puissant acquérait à **mesure comble** et céda à **mesure rase** pour réaliser un profit maximal qui n'apparaissait pas dans les prix. Dans les concours de recrutement institués pour les fonctions de mesureur on choisissait les hommes les plus aptes à faire rendre un maximum de bénéfice à l'employeur. Pour l'achat, on se servait de pelles croisées et l'on jetait les grains dans la mesure à hauteur d'homme pour bien tasser le grain qui tombait de haut. On remplissait la mesure comble. Le grain formait un cône au-dessus de la mesure. A la revente, la pelle était délicatement posée sur le bord de la mesure, afin de ne pas tasser le grain ou la farine.

Quand le blé ou la farine ne se vendaient pas au poids mais à la mesure, ces modes de mesurage créaient énormément d'abus dont les plus faibles faisaient les frais.

Dans les cahiers de doléances certaines de ces pratiques sont dénoncées comme à Angoulême, à Troyes ou à Gien pour ne nommer que ces villes.

A Angoulême, « C'est dans les marchés que les grainetiers s'entendent à verser les grains dans les mesures avec tant de légèreté que même la contenance ne peut s'y trouver. Il faudrait dans le royaume qu'un seul poids et une seule mesure, mais que de difficultés se présentent pour y parvenir ! [...] l'âpreté des mesniers et la manière de mesurer les grains sur les marchés méritent l'attention la plus sérieuse.»²⁸⁸

A Troyes, « Qu'il n'y eût plus qu'une mesure pour tout le Royaume, et que les grains de différentes espèces se mesurassent dans une même mesure, [...] que dans le lieu où la mesure de grains, comme orge, avoine etc., continuerait d'être plus forte que celle du blé, il y eût une mesure exprès, sans qu'il fut permis dans les marchés publics de se servir de la mesure du blé pour mesurer le menu grain autrement, l'excédent que doit avoir cette mesure sera rabattu ou plus ou moins haut selon que le racleur souvent peu délicat, sera intéressé à favoriser l'acheteur ou le vendeur.»²⁸⁹

²⁸⁸ Cdd. Ville d'Angoulême, pp. 121/122 (cité par W. Kula dans *Les mesures et des hommes*, p. 182)

²⁸⁹ Cdd. Troyes (Chapvalonn), I, pp. 542/543, (cité par Witold Kula p. 187)

Le tiers-état de Gien demande « que les mesures des seigneurs soient réduites sur celles des plus prochains marchés, et fait une proposition relative à la forme et à la profondeur de toutes les mesures pour la vente des grains dans les marchés. »²⁹⁰

Ce mode de mesurage est encore pratiqué au début du XIXe.

« En 1815, dans le quartier Saint Etienne de Toulouse, on constate l'utilisation de deux mesures dont l'une s'appelait la « mesure d'entrée», et l'autre « mesure de sortie» du magasin ; un détaillant perdait ainsi 4 hl sur chaque centaine de setiers de blé. »²⁹¹

Les fraudes des meuniers et des boulangers

Les meuniers avaient développé des astuces comme de mettre le moulin en marche lors de l'achat de la farine. Le tassement produit par le mouvement de trépidation du plancher permettait de tasser davantage de grain dans une même mesure. Les fraudes liées à la farine et au pain pouvaient avoir des conséquences graves, voire dramatiques, lorsque le grain était rare et la famille nombreuse.

« Les habitants de la Crète voyaient dans le bousier roulant sa pelote de fumier l'incarnation de l'âme du boulanger qui, pour avoir utilisé une “mauvaise balance”, avait été condamné à faire éternellement son pain avec du fumier. » [...] B. Baranowski, après la dernière guerre mondiale, a encore trouvé des récits paysans sur de vieux moulins désaffectés que le village entier entendait marcher la nuit. Le meunier, mort il y a des siècles, avait été condamné à faire tourner éternellement les pierres du moulin pour s'être servi de fausses mesures. »²⁹²

Bien avant les cahiers de doléances de 1789, les fraudes fréquentes des *talmetiers*²⁹³ étaient déjà sanctionnées. Quant aux boulangers parisiens, ils prenaient le risque en fraudant sur le poids du pain que leur fournée aille gratuitement nourrir les pauvres de Paris.

« En vertu de l'ordonnance datée du mercredi après l'octave de Pâques, 1305, le prévot de Paris devant veuille à ce que les « *talmetiers* » ou boulangers fussent « contraints de faire pain suffisant et de value convenable, à juste poix, selon le pris et l'estimation que le bled vaudra. »²⁹⁴

Une ordonnance du 30 janvier 1350 donne aux vérificateurs qui vont chez les boulangers la directive suivante.

²⁹⁰ Cdd de Gien, Archives Parlementaires. Opus cit., Tome VII p. 642

²⁹¹ Witold Kula *Opus cit.*, p. 101

²⁹² Witold Kula, *Opus cit.*, p.24.

²⁹³ boulangers

²⁹⁴ Emile Barieux, *Opus Cit*, p. 54.

« S'ils treuvent le pain de moindre poix qu'il ne doit estre par ladite ordonnance, il donneront pour Dieu la fournée du dit pain soit blanc, soit bis, sans n'y espargner, c'est à sçavoir, la moitié aux pauvres de l'Hostel Dieu et l'autre aux pauvres aveugles des Quinze-vingt ou là où ils verront qu'il est le mieux employé. »²⁹⁵

Presque 500 ans plus tard, en 1789, les cahiers de la paroisse de Mongéron demande

A Autun, « nous demandons que tous les meuniers soient tenus d'avoir chez eux une balance et des poids, pour que chaque particulier puisse s'assurer qu'il ne lui a pas été fait tord. »²⁹⁶

La Paroisse de Montgeron demande « que les meuniers, surtout des moulins à eau, rendent en son et en farine le même poids qu'ils ont reçu en grains, conformément à différents arrêts de la cour »²⁹⁷

« [...] que les poids de tous les autres marchands soient de même visités ; que chez les boulangers surtout on examine la qualité du pain, et que le prix en soit taxé proportionnellement. »²⁹⁸

Les mesures agraires

Comme celles de capacité, les mesures agraires sont aussi très nombreuses. Dans le Tarn depuis au moins le Moyen age, la canne carrée est en usage pour l'arpentage des petites surfaces mais les champs sont souvent arpentés à la perche. La perche était composée d'un nombre variable de « pans ». Les paysans prennent en compte sa situation géographique et l'énergie humaine nécessaire pour travailler une certaine superficie pour évaluer la surface d'un terrain. Une autre méthode de calcul des surfaces est celle qui utilise la quantité de semence utile comme mesure des champs. Avec une même quantité de semence, une terre fertile a des rendements plus importants qu'une terre pauvre. Les « dompoix »²⁹⁹ permettent de prendre se compte comment les arpenteurs utilisent plusieurs méthodes d'arpentage. Une de ces méthodes d'arpentage consiste à réduire artificiellement par le calcul la superficie réelle de la surface de production suivant la qualité estimée de la terre. Une terre de bonne qualité sera comptée comme « vraie » surface. Une terre de qualité moyenne et une mauvaise

²⁹⁵ Isambert, *Anciennes lois*, T. II, p. 828 (cité par Emile Barieux, *Opus Cit*, p. 54)

²⁹⁶ Cdd. Autun (Rigny-sur-Arroux), (cité par Witold Kula p. 191)

²⁹⁷ Archives Parlementaires. Tome IV, p. 729

²⁹⁸ Plaintes, doléances, remontrances et vœux des habitants propriétaires de la paroisse de Mongéron. *Archives Parlementaires*. Tome IV p. 727

²⁹⁹ sorte de registres administratifs sur lesquels étaient consignées les lieux, les méthodes d'arpentages et les résultats des mesures brutes et les détails des calculs effectués et les indications sur les unités de raccordement métrologique.

terre seront comptées comme plus petites. Les terres sont classées suivant quatre ou cinq qualités. Il y en a de terres, où tout pousse, les meilleures (*milhor*). Ensuite viennent celles de moindre qualité (*moien, mejausié, meytadenc*), commun, raisonnable (*rasonnable*), simple. Les terres les plus faibles sont dites *avol*, plus *avol*, infirme, infertile, *herm*.

Certains « Compoix » vont jusqu'à définir jusqu'à douze sortes de qualité de terre possibles.

Diversité ou « chaos métrologique »

La société féodale repose sur une organisation où les pouvoirs locaux sont nombreux et souvent rivaux. Chaque fief est un petit royaume où le seigneur règle les mesures.

« La rivalité entre les organes qui représentent les différentes classes de cette société hiérarchique qu'est la société féodale s'exprime dans la lutte pour le droit d'établir et de contrôler les mesures, lié à celui de juger des infractions métrologiques. L'histoire des conflits entre les villes et les seigneurs, entre les villes et les évêques, entre le pouvoir laïque et celui du clergé, en apporte des témoignages innombrables. »³⁰⁰

La diversité des poids et mesures n'est pas un problème typiquement français. La même diversité se retrouve dans toute l'Europe à la même époque. Les rois, les féodaux et les ecclésiastiques fieffés³⁰¹ (c'est-à-dire disposant d'un fief) pouvaient décider de la valeur des mesures sur leur territoire. Il est alors bien normal que cette diversité existât.

Pour ne nommer que quelques-unes de ces mesures, il y avait le poids-du-roi ou poids-de-marc, la lieue, le stade, le mille, l'hommée, la charretée, le journal, la canne, la palme, la coudée, la perche, le bâton, la maille, le boissel, le muid, le setier, le bonnier, la sestérée, la manne, la pile, le tonneau, l'obole, le scrupule, l'arpent, le trabuc, la chopine, la pinte et bien d'autres encore.

Lorsque l'étalon change, les mesures changent aussi. Si la valeur du pied change, ses multiples et sous-multiples changent. Il est fréquent cependant que les mesures anciennes et les nouvelles soient également utilisées. Par exemple le *béru* était en Mésopotamie une unité de longueur équivalente à une distance parcourue par un homme moyen pendant deux heures de marche. En 1100 av J-C, on décréta un « nouveau *bèru* » égal à la moitié de l'ancien. Mais

³⁰⁰ G.Bigourdan *Opus Cit*, p. 2.

³⁰¹ Une terre fieffée est à l'époque féodale donnée en tant que rétribution par le roi à un seigneur. Le seigneur fieffé tire un bénéfice de sa terre en prélevant localement des taxes et des impôts. Il détient le privilège de faire la loi, de battre monnaie et de régler la mesure sur son territoire. Les fiefs disparurent sous leur forme ancienne à la Révolution.

le nouveau et l'ancien *béru* furent indifféremment utilisés. Au bout de quelques siècles, le chaos métrologique est assez prévisible. Alors régulièrement, une nécessaire unification des poids et des mesures se produit. A l'époque féodale, les pouvoirs locaux se multiplient. Issues à la fois des traditions anciennes et dépendantes de la juridiction locale, les mesures usuelles ne sont ni uniformes, ni de même valeur. « *ce qui étoit non seulement du plus grand inconvénient pour les relations de commerce, mais encore d'un très grand embarras pour celui qui étoit obligé de connoître toutes les différences de poids et de mesures.* »³⁰²

Il y avait souvent 3 arpents dans un même lieu. L'arpent commun dont chacun se servait dans la communauté. Ensuite au côté de l'arpent commun, il y avait l'arpent du Roi, avec lequel les officiers du fisc arpentaient les champs pour en déduire l'impôt. Aux côtés de ces deux arpents, un troisième, l'arpent d'ordonnance il servait à un autre mode de calcul de taxes et d'impôts. Quasiment chaque village avait une canne différente de la canne du village d'à-côté. Chaque communauté villageoise avait sa propre canne ou bâton qui était l'étalon de longueur du village. Dans les villages on était capable de mesurer avec l'instrument de mesure local, de comparer des résultats de mesure, de réaliser les conversions nécessaires pour exprimer la valeur obtenue par une mesure ou par une autre et de préciser, le cas échéant, la mesure de référence de raccordement métrologique à laquelle la canne utilisée pour la transaction est comparée. D'après les «*Compoix*» consultés à la bibliothèque des Archives départementales de Tarn, la canne de Toulouse était de 14 pans, celle d'Albi de 17 pans, celle de Castres de 18 pans, celle de Gaillac, comme celle d'Albi de 17 pans...

De très vieilles mesures persistent à travers le temps

Siècles après siècles et à travers le monde jusqu'à la naissance du système métrique, à part la livre médicinale dont il est question plus haut, qui, respectée, garda sa valeur probablement depuis les Mésopotamiens, d'autres mesures ancestrales, dont quelquefois, juste le nom demeure, parviennent jusqu'à l'aube de l'unification métrique.

La **mine** servit de mesure de capacité et de poids pendant plus de cinq mille ans, même si il n'en restait plus de l'origine que le nom.

« Mine : Poids probablement d'origine babylonienne, son nom babylonien *ma na*, à été transcrit *mna* en grec et *mina* en latin ; la mine babylonienne contenant 60 shekels et pesait (+ ou -) 504 g ; en Grèce, dans le système attique, la mine contenait 100 drachmes et dans le système éginétique 70 drachmes ; la drachme attique pesait (+ ou -)

³⁰² Petit R. *Arithméticien décimal pour l'an 1809*. Paris, Chez Dubroka, Paris, 1809, 79 p. 3.

4,30 g et la drachme éginétique un peu plus de 6 g, les deux mines avaient le même poids. »³⁰³

La *mané* est une ancienne mesure de masse hébraïque d'origine sumérienne. L'on peut aussi retrouver encore au Moyen âge en Inde *minasa*, ancienne mesure de masse égale à cent *Mâni*. La *mine* française est une ancienne mesure de capacité utilisée pour les céréales et le sel. La mine vaut la moitié d'un setier. (Le setier vaut entre 150 et 300 litres suivant le lieu). La *minée* sert à mesurer les champs au Moyen Age. La septrée de terre contient alors 2 minées et est égale à quarante pas au carré.

La **coudée** disparut avec l'usage obligatoire du système métrique décimal. Elle est issue de l'observation astronomique des Chaldéens qui en déduirent la ligne, le pied, la palme, le doigt.

Le **pied** est une mesure attestée depuis les Mésopotamiens jusqu'à la naissance du système métrique décimal. Le pied est chez les Babyloniens de 36 lignes. Le pied est l'unité «*matrice*» sur laquelle, à travers le temps, s'ajustent de nombreuses autres mesures. Le pied n'est pas uniquement une unité anthropométrique ou naturelle mais un concept commun à plusieurs domaines. Il existe en poésie. L'alexandrin est un vers de 12 pieds. Le pied exprime aussi la base sur laquelle viennent reposer la couleur d'une teinte, la fermentation d'un vin, la profondeur d'eau en navigation. «*L'aune et la toise ont pour élément le pied de Roi. Toutes les autres mesures en dérivent, et n'en sont que des sous-divisions ou des multiples.*»³⁰⁴

Le pied est encore utilisé couramment dans les pays anglo-saxons, même si ceux-ci ont signé la Convention du Mètre. En altimétrie et pour l'industrie informatique, les mesures usuelles sont en pieds et en pouces et non pas en mètres, centimètres ou millimètres.

Mesure et monnaie

Dans le passé, l'unité de monnaie et l'unité pondérale entretiennent des liens étroits. Le système métrique garde cette particularité. À la Révolution, Le franc est une unité tout comme le gramme. Il est défini et institué par un même texte. Auparavant, les monnaies d'or qui avaient été frappées au commencement du XIV^e siècle et dont on connaissait la valeur d'origine étaient utilisées pour étalonner la Pile de Charlemagne qui est l'étalon pondéral

³⁰³ Georges Le Rider, *Opus cit.*, p. 271.

³⁰⁴ Archives parlementaires, T. XI. Extrait des Observations de la Société royale d'agriculture, sur l'uniformité des poids et mesures lue en séance de l'Assemblée nationale le 6 février 1790

situé à l'Hôtel des monnaies. Cette référence monétaire n'est pas nouvelle. Les Mésopotamiens utilisent pendant deux millénaires la valeur intrinsèque du métal monétaire, de l'argent le plus souvent.

Plus tard, à la naissance de la monnaie, au VI^e siècle avant notre ère, les règles du jeu changent. Elles passent d'un système où la monnaie est un simple morceau d'argent pesé et garanti en titre, à des pièces métalliques qui ont une valeur nominale dont l'Etat émetteur décide de sa valeur. Ce qui fait que la valeur nominale d'une monnaie peut être supérieure à sa valeur intrinsèque. En partant de ce principe, il est possible de dévaluer l'objet monétaire en allégeant la quantité de métal précieux de son alliage, tout en gardant à une pièce de monnaie une même valeur commerciale. Là où la monnaie « anonyme » avait une valeur intrinsèque en poids de métal, la monnaie marquée à l'effigie des princes en eut de moins en moins.

Aujourd'hui, aucune monnaie ne fait plus partie du système international d'unités et donc ne fait non plus partie de la métrologie. Cette absence de référence satisfait certains économistes, qui y voient une facilité de pilotage keynésien. D'autres, tel Jacques Rueff, plus classiques, n'ont pas manqué de s'en inquiéter. En fin de compte, aujourd'hui, sans oublier l'immatérialité de certaines transactions financières ou la virtualité des comptes en banque, les billets de 10, 20 ou 50 euros n'ont pour ainsi dire plus qu'une valeur nominale. Quant à l'étalon de monnaie, il a complètement disparu ! Nous n'avons plus aucun étalon monétaire alors que les transactions internationales n'ont jamais été aussi importantes et les bourses si actives³⁰⁵

Les poids et les monnaies de même nom

Le talent, la mine, le statère, le sicle, l'obole sont à la fois des poids et des monnaies. En général, le poids est plus lourd que la monnaie du même nom. De nombreux poids ont ainsi une dénomination commune pour exprimer deux réalités différentes d'une même chose : un usage commercial et un usage monétaire.

La drachme à Athènes, lorsqu'elle était drachme monétaire, pesait 5% de moins que la drachme commerciale, c'est-à-dire le poids. Le shekel³⁰⁶ babylonien est un poids de plus ou

³⁰⁵ Et les "bulles spéculatives" si fréquentes !

³⁰⁶ Le shekel fut en usage dans tout l'Orient ancien et comme beaucoup de poids, sous ce même nom, suivant les lieux, ce poids avait des valeurs différentes.

moins 8,4 g³⁰⁷. Lorsque la monnaie correspondante à ce poids fut émise, elle fut nommée également shekel. Les Grecs l'ont traduit par sicle. Le sicle est également chez les Grecs un poids et une monnaie nominale. Les poids et les monnaies ont de même multiples et sous-multiples, correspondant à leur valeur soit pondérale soit monétaire.

Toutes ces anciennes mesures servaient dans les transactions et les échanges mais aussi pour évaluer les nombreuses taxes et redevances qui revenaient aux puissants. Les puissants percevaient des droits sur les marchés, à l'entrée des villes, pour passer les ponts, pour la protection des marchandises. Au Moyen-Âge des taxes en nature sont exigées sur les marchandises qui circulent. «[...] *Sur tous ces itinéraires, par moitié par voies romaines, par tiers aux gués et aux ponts, ou à l'orée d'un bois difficile comme l'Arrousaie, se multiplient les lieux de perception, péages, tonlieux, travers.*»³⁰⁸ Ces taxes ressemblent assez à celles que nous payons aujourd'hui pour utiliser une autoroute, passer sous les tunnels ou sur les ponts et garer un véhicule sur une place de parking. D'autres taxes du même type se profilent. Londres et d'autres grandes mégapoles n'envisagent-elles pas de faire payer les véhicules circulant dans les centres des villes?

De très vieux instruments de mesure persistent à travers le temps

De très anciens instruments de mesure nous viennent du passé comme l'odomètre, (de *odos*, chemin, en grec). Un odomètre est un instrument très simple qui sert à mesurer les longueurs : c'est une roue d'une circonférence connue, associée à un compte-tours (un compteur de bicyclette par exemple). Un des ancêtres de l'odomètre, sans roue, était le chameau, puisque le stade, unité de distance utilisée par Eratosthène pour établir la circonférence de la Terre, était la distance parcourue par un chameau en un temps donné. Il semble alors que l'étalon primaire était le pied d'Hercule, mais l'étalon de travail pour les longues distances était le chameau. L'odomètre était utilisé pour le métrage de champs. L'odomètre est encore utilisé pour mesurer les grandes distances sinueuses comme les routes. Aujourd'hui bien qu'ils soient encore soumis à la réglementation de métrologie légale, les odomètres sont fréquemment remplacés par des télémètres lasers.

La balance est aussi un très vieil instrument de mesure qui s'est perfectionné à travers le temps. Il est pensable comme l'imagine A. Machabey Jeune dans son *Mémoire de la balance*

³⁰⁷ ce qui représente 1/60e de la mine

³⁰⁸ Christian Desplat Foires et marchés dans les campagnes de l'Europe médiévale et moderne. Toulouse, PUF, 1996, p.17

et de la balancerie que la première balance conçue par les hommes fut l'homme lui-même. «*Les mains de nos ancêtres, soupesant les objets pour en apprécier la «valeur», furent probablement les premiers plateaux, et leurs lignes d'épaules, les premiers fléaux.*»³⁰⁹

En Mésopotamie, de petites balances perfectionnées sont utilisées pour peser les métaux et les pierres précieuses.

«F. Joannès, étudiant les pesées effectuées à Mari, a montré que la précision atteinte était de 5 grains (+ ou – 0,23 g.)»³¹⁰

Les balances de précision actuelles peuvent mesurer au microgramme près. À titre d'exemple, les comparateurs de kilogramme des laboratoires de métrologie offre une répétabilité³¹¹ inférieure au microgramme. de 10 à 15 microgrammes dus à la correction différentielle de poussée de l'air.

Les unifications métrologiques

Les altérations de plus en plus nombreuses font dire aux révolutionnaires que **le chaos des mesures** est une source de fraude et d'injustice féodale et qu'il complique les échanges du fait des conversions nécessaires pour traduire une valeur locale en une autre. C'est à la fois vrai et faux car, à travers les siècles, certaines unités sont restées stables. Elles ont servi de référence aux marchands et aux scientifiques. Si les mesures utilisées par corporations comme les arpenteurs ou les médecins, les marchands, les hommes d'affaires ... ne sont pas de même valeur entre ni de valeur constante, elles sont quotidiennement comparées entre elles à des étalons de référence reconnus. Mais les particularismes locaux, joints à la pression sélective de certains intérêts marchands ou fiscaux, tendent à instituer progressivement des mesures particulières reposant chacune sur un consensus local et limité. Ce foisonnement naturel des unités est un phénomène lent. C'est une sorte de dégradation entropique du système métrologique. Sa durée se mesure en siècles. Il aboutit à la situation de chaos constatée en 1789, dans laquelle la même dénomination (la canne, le pied ou la livre) peut désigner des unités différentes à quelques kilomètres de distance.

³⁰⁹ Machabey Jeune A. *Mémoire de la balance et de la balancerie*. Imprimerie nationale, SIM, 1949. 128 p. p. 5.

³¹⁰ Georges Le Rider *Opus Cit.* p. 10

³¹¹ La répétabilité (des résultats de mesurage) est l'étroitesse de l'accord entre les résultats de mesurage successifs du même mesurande, mesurages effectués dans la totalité des mêmes conditions de mesure. VIM. § 3.6

Au court du temps, les révolutionnaires ne sont pas les seuls à percevoir les inconvénients du foisonnement métrologique. En France, les tentatives pour y remédier commencent avant l'an mille.

En 744, Childéric III, voulut unifier les mesures. Les capitulaires de Charlemagne en 789, 803 et 806 ordonnent que les mesures soient égales et les poids justes. : «*Aequales mensuras et rectas, pondera justa.*»³¹²

Pour reprendre le constat des tentatives d'unification faits par Bigourdan

«C'est en vain que quelques Rois, tels que Charles le Chauve (864), tentèrent de réagir contre la diversité des poids et mesures. Louis le Hutin (1307) ne put ressaisir au profit de la couronne le droit exclusif de battre monnaie; et son successeur, Philippe le Long, n'y parvint qu'en rachetant ce droit aux seigneurs. C'est depuis lors qu'il n'y eut plus en France qu'une seule monnaie. »³¹³

Dans l'ensemble, les mesures royales tendaient à être de même valeur que les mesures de Paris. Cependant le souverain reconnaissait régulièrement les droits métrologiques locaux des villes et des abbayes. Ceux-ci consistaient à percevoir les redevances, les impôts et les taxes en utilisant leurs propres étalons dont ils «réglaient la mesure».

D'après Bigourdan, en 1328, Philippe IV préféra entériner la multiplicité des mesures, soit quatre mesures de capacité et quatre unités de poids pour la seule ville de Laon. Les oppositions devant la tentative royale d'unification métrologique furent si importantes que le souverain laissa le droit à l'Evêque de Laon de définir la valeur des mesures pour le blé, le vin, l'avoine ainsi que les aunes, les poids à laine, à cires, à graisses et autres marchandises. Le Roi affirma son pouvoir en obtenant le dépôt des étalons à la Chancellerie gardés sous clefs. Une des clefs revenait au prévôt royal³¹⁴. L'autorité royale gardait le droit de vérifier ces étalons une fois dans l'année et de sanctionner s'ils se révélaient faux.

On peut dire que la France a connu deux grandes unifications métrologiques celle de Charlemagne et celle de la Révolution de 1789. Entre les deux, les particularismes ont lentement effrité la cohérence de l'édifice, le réduisant à l'état de « chaos ». Et cela contre la

³¹² Archives Parlementaires, Opus cit., p. 467.

³¹³ Archives Parlementaires, Opus cit., p. 32

³¹⁴ D'après G. Bigourdan, en 1780, l'étalon du poids de marc était gardé sous trois clefs, dont l'une est entre les mains du Premier Président de la Cour des Monnaies, l'autre en celles du Conseiller, commis à l'instruction et jugement des monnaies, et la troisième aux mains du greffier.

volonté des souverains les plus éclairés, qui tous ont cherché à reconstruire une unité cohérente.

Il n'est possible de comprendre la dynamique de cette évolution qu'en considérant non pas deux acteurs, le peuple et le souverain, mais trois□ le peuple, les corps intermédiaires et le souverain. Par « corps intermédiaires□, il faut entendre non seulement les pouvoirs féodaux, mais aussi les corporations, les guildes et toutes formes d'organisations professionnelles et marchandes autogérées et autoproclamées. Dans ce jeu à trois, le souverain, prisonnier de son environnement immédiat, tente de s'allier au peuple en passant par-dessus les corps intermédiaires. En général, il n'y arrive pas et reste l'otage des organisations.

Il semblerait que face à la pression des intérêts particuliers locaux, seul un pouvoir fort et déterminé pouvait avoir gain de cause. De temps en temps, en l'occurrence deux fois en deux millénaires, les circonstances permettent d'agir dans le sens d'une rationalité unificatrice.

La métrologie scientifique

À la Révolution, les étalons royaux français, eux-mêmes issus des périodes antérieures, sont suffisamment exacts pour servir d'unités de référence lors de la fixation des valeurs des nouvelles mesures. C'est la Toise du Pérou dite aussi « toise de l'Académie□ qui sert à définir la valeur du mètre. Ceci est d'autant plus vrai que la valeur du mètre provisoire est définie en 1793 sur une copie de la toise du Pérou faite par Cassini et La Caille. Cette toise est actuellement conservée au Musée des Arts et Métiers à Paris. Un autre étalon de longueur existait, c'était l'aune dont l'étalon était en fer. La dernière vérification de l'aune datait de 1745. L'aune et la toise n'avaient pas de rapports métriques entre elles. L'étalon de masse était la « Pile de Charlemagne□³¹⁵, dénommée aussi « Poids de Charlemagne□. L'ensemble de cette masse-étalon avait été pesé plusieurs fois au XVIII^e siècle. Les savants étaient bien conscients des imperfections de cet étalon qui servit néanmoins à définir la valeur du « kilogramme vrai de la Nature□. La Pile de Charlemagne est actuellement, avec la Toise du Pérou, au Musée du CNAM.

Des opérations scientifiques antérieures constituent un socle d'expériences sur lequel repose l'œuvre métrologiques révolutionnaire.

³¹⁵ Qui est très postérieure à Charlemagne

Galilée, l'étoile et la mesure du temps : naissance de la science expérimentale

Entre Octobre 1604 et Janvier 1605 un nouvel astre aussi brillant que Vénus apparut dans le ciel. À l'époque, les théologiens, fidèles à ce qu'avait écrit Aristote, classaient les objets célestes en deux catégories □ ceux qui sont variables, supposés loger entre la terre et la lune, et ceux qui sont fixes, parce que Dieu les a créés au moyen d'une essence céleste et répartis dans le cosmos selon l'ordre de Sa perfection. Il en résultait évidemment que le nouvel astre ne pouvait être une étoile, puisqu'il était variable.

Il s'agissait en fait de ce que nous appelons maintenant une supernova, c'est-à-dire de l'explosion d'une étoile.

Tycho Brahé, grand mesureur du Ciel, avait constaté un phénomène semblable et émis une explication acceptable □ ce serait un objet à proximité de la sphère des étoiles fixes, mais constitué d'une matière céleste imparfaite, voué par conséquent à disparaître en peu de temps. Mais Galilée, professeur de mathématiques à l'Université de Padoue, dès la fin de 1604, donne des conférences sur la nouvelle étoile dans lesquelles il affirme qu'un problème astronomique ne peut être résolu que sur la base de mesures et se moque des spéculations sur « l'essence » des étoiles.

Les mesures auxquelles il avait eu accès étaient juste suffisantes pour montrer que la nouvelle étoile ne se déplaçait pas par rapport aux autres. Il en déduisait que ce n'était pas un phénomène « sub-lunaire », relevant de la météorologie ou des planètes, mais bien une étoile contrairement à ce qu'avait dit Aristote, toutes les étoiles n'étaient pas immuables. Galilée ajoutait que si Aristote était encore vivant, □ aurait certainement préféré l'expérience au dogme et serait de son avis. On imagine la fureur des philosophes théologiens qui, à l'époque, dominaient l'Université.

Cette même année 1604, Galilée établit la première « loi » physique de la chute des corps. Les instruments de mesure du temps étaient encore frustes. Tycho Brahé aurait utilisé des sortes de chronomètres pour préciser ses mesures quelques années plus tôt. Galilée se contenta de clepsydres, instruments usuels des affaires humaines. Leur imprécision était telle qu'il ne pouvait s'en servir pour mesurer la chute des corps directement. Il eut recours à un subterfuge □ le plan incliné. Les objets tombaient, mais plus lentement, étant soumis à une force proportionnelle au sinus de l'angle d'inclinaison. Il décrivit ainsi une famille de paraboles, et s'intéressa en même temps au problème, essentiel pour les chefs de guerre italiens de la renaissance, du calcul de la trajectoire d'un projectile.

Norbert Elias dans son étude sur le temps, fait observer l'importance de cette impulsion donnée par Galilée sur l'histoire des idées□

« La mesure du temps avait été centrée sur l'homme. L'imagination novatrice de Galilée l'amena à changer la fonction de ce vieil instrument en l'utilisant systématiquement comme étalon de mesure de processus physiques et non plus d'évènements sociaux. Ainsi prit naissance le nouveau concept de « temps », un « temps physique » qui s'écartait de l'ancien concept, relativement plus unitaire et centré sur l'homme. Cette démarche était solidaire d'une mutation correspondante du concept de nature. Progressivement la « nature » devint pour les hommes un réseau d'évènements autonome, mécanique et bien ordonné, bien que privé de but : il obéissait à des « lois ». Le « temps » devint une propriété de ce système. Une longue et lente évolution avait frayé la voie à l'émergence d'un mode de mesure du temps centré sur la nature, à partir du mode ancien centré sur Dieu et sur l'homme. En examinant les expériences de Galilée, on assiste pour ainsi dire *in vivo* à ce départ. »³¹⁶

Mesures terrestres

Lorsque Delambre et Méchain commencent la mesure du méridien pour déterminer le mètre, les travaux concernant la mesure de la terre sont déjà anciens.

Ératosthène détermina le rayon terrestre vers 240. Il mesura la hauteur du soleil entre les deux points Alexandrie et Syène³¹⁷ un jour de solstice d'été à midi. Ces deux villes sont approximativement sur un même méridien et l'on connaissait leur distance en stades. Il trouva une distance zénithale de 250 000 stades. Sans connaître la valeur du stade d'alors, la méthode a été conservée. Elle sera à nouveau utilisée au IX^e siècle par des cosmographes arabes. Fernel évalue en 1550 le degré terrestre à 56 746 toises en mesurant la route. Il compte la distance Paris-Amiens en tours de roues d'une voiture. Sa méthode, qui a le mérite d'exister, n'a pas grande valeur scientifique. En 1661 Riccioli mesure le degré terrestre et l'évalue à 62 900 toises. Sa méthode compliquée n'est pas très fiable. En 1617 Snellius mesure un arc de méridien entre Alkamaar et Berg aux Pays-Bas. Il utilise le principe de triangulation inventé par Gemma Frisius en 1533. Snellius réalise ses mesures avec des instruments simples (sextants et quart de cercle). Il trouve que son arc mesure 55 100 toises. Sa méthode, bien que donnant encore des résultats de mesure peu précis, ressemble déjà aux méthodes pratiquées plus tard jusqu'à l'apparition des satellites. Norwood mesure avec la même méthode et de mêmes instruments en 1635 un arc de cercle entre Londres et York. Il évalue son arc de méridien à 57 300 toises.

³¹⁶ Norbert Elias. *Du Temps*. Ed. Fayard 1996, coll Agora, p.143.

³¹⁷ Aujourd'hui Assouan

L'Académie des Sciences fut fondée en 1666 par Colbert. Picard et G. de Roberval y sont désignés commissaires. Un des buts premiers de l'Académie était de réaliser «*Les cartes géographiques de France plus exactes que celles qui ont été faites jusqu'icy.*»³¹⁸ La cartographie est un domaine très important à cette époque.

Picard apporte à l'édifice métrologique plusieurs pierres. Il met en œuvre pour la cartographie et d'autres observations des méthodes précises et rigoureuses. Il construit et met au point des instruments de mesure qui servent ensuite pendant plus d'un siècle.

Jean Picard, dès 1667, commence un projet géodésique d'ampleur à déterminer le rayon terrestre en mesurant un arc de méridien de Paris à Amiens³¹⁹. Picard conçoit lui-même ses instruments un quart de cercle à deux lunettes et un secteur astronomique. Il rédige un mode d'emploi pour l'utilisation de ces instruments et leurs réglages³²⁰. Picard raccorde sa toise à la toise du Châtelet. Conscient de la fragilité des étalons du type de la toise du Châtelet qu'il avait lui-même remise en état, il émet l'idée de tirer l'étalon de référence de la nature. Il propose de prendre comme unité de longueur la longueur du pendule à seconde de temps moyen, sans cependant mettre ce principe en action.

Les Cassini, astronomes et géodésiens pendant quatre générations, mesurent la Méridienne. François Cassini de Thury, plus connu sous le nom de Cassini, est né en 1714. En 1735, il est reçu à l'Académie des sciences. Il vérifie avec La Caille la méridienne de France. En 1744, Cassini publie le résultat de ses travaux. En 1747, il présente à Louis XV une carte géométrique détaillée des Flandres. Le Roi, fort impressionné par la qualité du travail, lui demande une carte du royaume à l'échelle d'une ligne pour 100 toises. Il passera beaucoup d'années à ce travail qu'il ne pourra d'ailleurs pas achever³²¹. Sa carte ne sera terminée qu'en 1815. Cette carte remarquable sert ensuite de modèle à tous les états européens. Construites avec les mêmes méthodes, ce n'est qu'au XIX^e qu'apparaissent les cartes dites «l'état major».

³¹⁸ Colbert, cité par Jean-Jacques Levallois. *Mesurer la terre*. AFT, Paris, 1988, p.14.

³¹⁹ D'après Jean-Jacques Levallois, seule la partie Sourdan en Picardie à Malvoisine a été correctement exécutée.

³²⁰ Ce n'est qu'au XVIII^e siècle que le cercle de Borda remplaça celui de Picard.

³²¹ Dominique de Cassini est né à Paris en 1748. En 1770 il est reçu à l'Académie des sciences où il prend la succession de son père à la direction de l'Observatoire de Paris. Il termine en 1815 l'œuvre de son père : la grande carte de France commandée par Louis XV.

À la veille de la Révolution, la méridienne de France a été mesurée plusieurs fois. Des expéditions scientifiques avaient vérifié la «figure de la terre». Lors de ces travaux, de multiples expériences de mesure avaient eu lieu, elles servirent de base à la mise en œuvre effective de l'unification des poids et mesures. Le système métrique décimal bénéficie de toutes les expériences de mesure des méridiens qui ont précédé les mesures de Delambre de Méchain. Le mètre est en quelque sorte l'héritier direct des mesures géodésiques précédentes.

La décimalité des mesures

Dès 1585, l'idée d'une échelle décimale et de ses subdivisions pour les mesures est déjà défendue par Stévin de Bruges. Dans la première partie de son ouvrage *La Disme*, il s'adresse «aux astrologues, arpenteurs, mesureurs de tapisseries, stéréométriciens, maîtres des monnaies et tous marchands». La deuxième partie de son ouvrage expose certains procédés pour l'arpentage et la mesure des tapisseries. Il propose dans sa méthode de subdiviser selon le mode décimal les mesures utilisées à l'époque. Il propose également la division décimale pour toutes les monnaies et en astronomie, la division décimale du degré.

Le pendule à la seconde, une vieille idée

Dès 1670, l'abbé Gabriel Mouton, vicaire à Lyon, propose un système de mesures, dont le prototype est emprunté à la grandeur même de la Terre. Il propose un ensemble de mesures linéaires qu'il assujettit à la division décimale. Il appelle ses mesures *milliare, centuria, decuria, virga, virgula, decima, centesima, millesima*.

Le *milliare* ou *mille* serait la longueur d'un arc de cercle de la Terre, de sorte que la *virga* et la *virgula* (1/1000 ou 1/10000 du *mille géométrique*) auraient répondu à la toise et au pied. Pour retrouver facilement les mesures proposées, il les relie à la longueur du pendule à seconde.

L'idée de prendre pour étalon de longueur la longueur du pendule à seconde est soutenue par Picard en 1671, par Huygens en 1673 et Cassini en 1720. Richer avait bien remarqué, en 1673, qu'un même pendule battait plus vite à Paris qu'à Cayenne. Néanmoins, à son retour d'expédition, La Condamine défend avec vigueur l'idée de prendre comme unité de longueur de référence la longueur du pendule à seconde à une latitude précise, en l'occurrence celle de l'observatoire royal de Paris.

Lorsque le décret du 8 mai 1790 propose l'uniformité des poids et mesures à la suite des Mémoires présentés par Prieur et par Talleyrand, les travaux scientifiques et les réflexions sur

les moyens de rendre uniformes les poids et mesures en France ont déjà largement été développés.

En 1765, la comparaison des mesures locales à celles de Paris avait été demandée à Tillet. Ce travail fut interrompu par manque de crédits.

Dans son «*Mémoire sur les monnaies*» dont les feuillets manuscrits sont à la Bibliothèque de l'Institut de France, Condorcet se penche sur le problème des mesures pour répondre au vœu de Turgot qui était de réduire les poids et les mesures.

« Lorsque M. Turgot, écrit Condorcet, me donna en 1775 la place d'inspecteur des monnaies, il me dit qu'il proposait d'embrasser dans un système général la réforme des poids et mesures, la législation des monnaies, et le commerce des matières d'or et d'argent. [...] L'uniformité des mesures et celle des poids procurerait au commerce de très grands avantages. Cette vérité paraît être reconnue de tous les hommes éclairés : et si les tentatives qui ont été faites plus d'une fois pour parvenir à cette uniformité ont été bientôt abandonnées, ce n'est pas qu'on ait eu des doutes sur l'utilité de ce travail ou qu'il entérine de grandes difficultés. Mais personne n'en ayant été chargé spécialement, les administrateurs qui en avaient formé le projet ont été distraits par d'autres occupations et n'en ont pas suivi l'exécution. En me donnant la place d'inspecteur des monnaies, M. Turgot parut désirer que je me chargeasse de ce travail :

Le premier, de déterminer quelle sera l'unité de la mesure universelle, et celle du poids que l'on veut établir ;

le second, de déterminer le rapport de cette mesure ou de ce poids avec les mesures ou les poids usités ;

le troisième, d'établir l'usage de la nouvelle mesure. Le premier objet n'est que de pure physique. Dans le second, la manière de déterminer le rapport cherché appartient encore à la physique, mais celle de rendre cette détermination authentique et légale n'est plus de son ressort.

Le troisième regarde uniquement l'administration. Il faut choisir pour unité de mesure universelle une quantité déterminée par un phénomène constant dans la nature.[...]

Les deux seules quantités de ce genre connues jusqu'ici sont un degré du méridien ou la longueur du pendule qui fait son oscillation pendant une seconde. »³²²

Turgot est remplacé dans ses fonctions par Necker en mai 1776. Son projet d'uniformiser les mesures en France s'arrête. Les anciennes mesures continuent à être utilisées comme auparavant. Mais l'idée de trouver dans la nature un étalon invariable devient de plus en plus convaincante.

En 1789, l'Académie des Sciences charge une commission du projet d'uniformité des poids et mesures. Les membres de cette commission sont Condorcet, Secrétaire perpétuel de l'Académie, Laplace, Lavoisier, Tillet, Coulomb, Le Roy et Brisson.

La construction du système métrique décimal

En 1789, les cahiers de doléances des provinces, des ordres, des villes et des villages demandent massivement l'uniformité des mesures et des poids sur l'étendue du royaume. Par exemple, les trois ordres de la ville de Bayonne demandent «*Que les officiers municipaux des villes soient chargés de veiller à l'exactitude des mesures, des jauges, des contrôles et des marques.*»³²³. «*Le clergé d'Evreux demande, dans l'intérêt du commerce, le dépôt des matrices des poids et des mesures dans les municipalités.*»³²⁴ Le tiers-état de Dinan demande «*Que les mesures des seigneurs soient rendues uniformes dans tout le royaume, avec défense aux acheteurs et vendeurs de se servir d'autres, sous peine d'amendes.*»³²⁵ La paroisse de Bonnelles demande «*Que soit établie, dans les campagnes, une police sûre qui veille sur les poids et mesures.*»³²⁶

Empêcher les fraudes

Dès la séance du 6 février 1790, Messieurs Abeille et Tillet, présentent à l'Assemblée nationale les travaux de Villeneuve «*Observations de la Société royale d'agriculture, sur l'uniformité des poids et mesures.*»³²⁷

À la différence des propositions qui suivront, les *Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures* prennent en compte la demande publique exprimée dans les cahiers de doléances l'uniformité des mesures et des poids sur l'étendue du royaume.

³²² Condorcet. Extrait de lettres manuscrites conservées à la Bibliothèque de l'Institut de France. Feuillet 42 à 45 et feuillets 145 à 149. (cité dans *L'Épopée du mètre. Histoire du système métrique*, Ministère de l'Industrie et de l'aménagement du territoire, 1989, p.10 et 11)

³²³ Cdd de Bayonne. Archives parlementaires, Opus cit., p. 642

³²⁴ Cdd d'Evreux Archives parlementaires, Opus cit Tome VII p. 642

³²⁵ Cdd de Dinan Archives parlementaires, Opus cit Tome VII p. 642

³²⁶ Cdd de la paroisse de Bonnelles. Archives parlementaires, Opus cit Tome IV p. 362

³²⁷ Archives parlementaires, Opus cit T. 11 p. 466

« Distinguons scrupuleusement nos mesures usuelles de nos mesures savantes. Et par rapport à ces dernières mêmes, songeons que le degré de perfectionnement, auquel l'homme s'est élevé, l'avertit à chaque pas que la perfection absolue, en quelque genre que se soit, échappe constamment à nos efforts. Nous avons sous la main ce qui nous suffit à nos affaires commerciales et domestiques; ne portons pas plus loin nos désirs et nos espérances. »³²⁸

« Qu'il nous soit permis de répéter que nous avons eu besoin de quelque effort pour avouer que nous préférions au projet brillant d'asservir toutes nos mesures au pendule, le vœu moins imposant de l'uniformité, dont nous sentons l'utilité, d'après nos mesures actuelles vérifiées et rectifiées. »³²⁹

En effet à la lecture des revendications concernant l'uniformité des poids et des mesures, la préoccupation des populations n'est pas tant d'avoir à leur disposition un système de mesures scientifiques et universelles mais des mesures usuelles uniformes dans tout le royaume pour commercer honnêtement d'une province à l'autre et empêcher les fraudes trop nombreuses. Le problème des mesures locales de valeurs diverses sous une même appellation n'est pas nouveau. Dans les *Observations*, Villeneuve montre en détail comment, en 1790, l'unification métrologique est déjà bien avancée en France. Il rappelle les expéditions scientifiques au Pérou et en Laponie. Y sont exposées honnêtement les différences de longueur du pendule battant la seconde dans divers lieux où l'expérience a été menée. Des toises très correctement vérifiées ont été récemment envoyées dans les différentes villes de France et à diverses grandes capitales des pays avec qui la France entretient des échanges commerciaux et scientifiques. Les *Observations* parlent également **d'incertitude de mesure** liée à l'imperfection des instruments de mesure et de nos sens.

« Nous rendons le plus sincère hommage, au mérite et au travail des quatre académiciens³³⁰. Nous sommes convaincus qu'ils ont porté l'attention et l'exactitude aussi loin que le permet l'imperfection inévitable et avouée de nos instruments et de nos organes. »³³¹

Villeneuve parle aussi de la variabilité de certains paramètres que l'on croyait stables jusque-là et que révèlent les dernières découvertes issues des observations du pendule à seconde.

³²⁸ Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures, Archives Parlementaires, Opus cit p. 470.

³²⁹ Observations de la Société royale d'agricultur, Archives Parlementaires. Opus Cit, p. 469.

³³⁰ Il s'agit de La Condamine, Bouguer, Gaudin et Mairan, de l'expédition

³³¹ Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures, Archives Parlementaires. Opus Cit p. 469.

De Villeneuve reprend□

« La longueur du pendule à seconde, avant qu'on sût que la pesanteur n'était pas égale sur tous les points de la surface de la terre, ou plutôt, parce qu'on ne s'en doutait même pas, a été indiquée par plusieurs savants comme étalon invariable d'une mesure *universelle*³³². Une spéculation si grande, si belle, ne pouvait être abandonnée ; l'intérêt des nations était trop visiblement lié à l'exécution d'un projet si séduisant. Devant l'objet d'un désir avoué par la raison, il devint un objet d'espérance ; et le génie dont le caractère propre est de s'élancer au loin, et souvent même au delà des limites de nos forces, ne dut pas se promettre un succès prochain et complet. Quelque naturel qu'il soit de s'abandonner avec complaisance à des idées si attrayantes, peut-être serait-il prudent de ne pas détourner nos regards des suites qu'ont eues d'autres spéculations qui comme celle-ci, intéressaient éminemment les nations policées. Nous pouvons citer par exemple, les projets publiés pour l'adoption d'une langue universelle et celui de la paix perpétuelle en Europe. »³³³

Retrouver une unité perdue

L'idée de construire la nouvelle unité métrologique à partir de la métrologie des anciens est très différente des idées qui suivront. Les *Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures* de Villeneuve et d'autres documents antérieurs comme la *Métrologie* de Pauton (1780) défendent l'idée d'une base métrologique commune partagée par les peuples anciens. C'est une idée forte de l'époque. La Hire va jusqu'à Rome mesurer les monuments anciens pour retrouver la valeur initiale du pied romain avec l'idée qu'il est possible de reconstruire l'unité métrologique en France à partir de cette base vérifiée.

« Nous désirons, pour l'honneur de l'humanité, que le résultat d'un si bel ouvrage [l'uniformité des poids et mesures en France] substitut, aux probabilités que plusieurs savants ont déjà rassemblées, des preuves claires de l'ancienne existence d'un système métrique universel. Tout nous porte à croire que ce système existe encore, et qu'il suffirait d'écarter la rouille qui en défigure les copies, pour reconnaître que les peuples se servent de poids et de mesures dont l'étalon matrice, pris dans la nature, a toujours été le même. Si cette conjecture, appuyée d'avance sur l'opinion des savants distingués et sur un grand nombre de faits, d'observations et de rapprochements, était une vérité, il serait alors ni impossible, ni difficile de retrouver le type élémentaire des mesures de tous les peuples d'Europe, et peut-être de tous les peuples policés. »³³⁴

³³² en italique dans le texte.

³³³ *Observations de la Société royale d'agriculture* Opus Cit, p. 468

³³⁴ *Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures*, par MM. Tillet et Abeille. Séance de l'Assemblée nationale du 6 février 1790. *Archives parlementaires*. Opus cit., Tome 11, p. 486.

Prieur oublie Villeneuve

Le 9 février 1790, trois jours après la présentation de Tillet et Abeille des *Observations* de Villeneuve, Prieur de la Côte d'or envoie un mémoire au Président de l'Assemblée

« Mémoire sur la nécessité et les moyens de rendre uniformes, dans le royaume, toutes les mesures d'étendue et de pesanteur ; De les établir sur des bases fixes et invariables ; D'en régler tous les multiples et les subdivisions suivant l'ordre décuplé ; D'approprier enfin à ce nouvel ordre le cours des petites monnoies.

Et par une suite à cette réforme, de simplifier les comptes et les calculs, tant dans les sciences physiques, que dans la finance et le commerce³³⁵. »

Prieur s'adresse avant tout aux gens « éclairés ». Il propose la décimalisation des mesures et des monnaies. « *Dependant il ne faut pas dissimuler qu'il en résulteroit une innovation considérable dans les usages commerciaux et de la finance le public a donc très-grand intérêt à être suffisamment instruit [...]*³³⁶

Bigourdan dans son ouvrage « *Le système métrique des poids et des mesures, son établissement* » résume le mémoire de Prieur

« Prieur de la Côte d'Or proposa un étalon qui serait une règle de platine qui, à la température de 10°, reproduirait la longueur du pendule à seconde. Le tiers de cette longueur serait le pied national ou français, subdivisé en 10 pouces, le pouce en 10 lignes, etc. Inversement, 10 pieds formeraient la perche nationale. Puis un carré de 10 perches de côté aurait formé *l'arpent national*³³⁷. Les volumes seraient mesurés en lignes, pouces et pieds cubes; enfin, le poids de 10 pouces cubes d'eau distillée prise à une température déterminée, aurait été la livre nationale ou étalon de poids. Pour les monnaies, Prieur propose les dénominations de décime et de centime pour désigner le dixième et le centième de la livre monnaie. »³³⁸

Rien ne dit si Prieur avait lu les *Observations* de Villeneuve car il n'en est pas question dans son écrit. Prieur annonce même que son Mémoire est le premier du genre.

« Tout le monde reconnoît aujourd'hui la nécessité et l'importance de cette opération. Ainsi en remontant à la date précédemment indiquée³³⁹ (Epoque, dit-il, à laquelle il n'avoit pas été fait encore aucune demande publique à l'Assemblée nationale,

³³⁵ Prieur du Vernois Mémoire sur la nécessité et les moyens de rendre uniformes, dans le royaume, toutes les mesures d'étendue et de pesanteur. Imprimerie de P. Causse, Dijon, 1790, 68 p.

³³⁶ *ibid.* Avertissement.

³³⁷ En italique dans le texte.

³³⁸ Bigourdan. *Opus Cit.*, p. 9.

³³⁹ 9 février 1790

relativement aux mesures) il paraîtra peut-être intéressant de comparer ce mémoire avec tout ce qui a été dit depuis sur le même sujet [...] »³⁴⁰

Il vient naturellement à l'esprit de poser la question «et ce qui a été dit *avant*». Mais si les propositions savantes de Condorcet sont prises en compte, les Observations de Villeneuve tombent dans l'oubli.

La question de l'intentionnalité de cet oubli peut se poser en rappelant l'ambition de Prieur. Ce que montre la maxime de M. Bailly en tête de son ouvrage.

« On cherche depuis longtemps, sans avoir pu y réussir, le moyen d'établir en France une mesure commune... Quelle supériorité n'aurait pas le peuple de qui les autres peuples recevoient cette mesure ! »³⁴¹

Plus tard, Prieur, alors membre du Comité de Salut public, n'hésita pas à prendre position le 23 décembre 1793 pour exclure Borda, Lavoisier, Laplace, Coulomb et Delambre de la Commission temporaire des poids et mesures.

Talleyrand entre en scène

Talleyrand, Evêque d'Autun, le 9 mars 1790, un mois après Prieur, présente un autre projet d'unification à l'Assemblée nationale. Dans son *Mémoire sur la nécessité et les moyens de rendre uniformes, dans tout le royaume, toutes les mesures d'étendue et de pesanteur*³⁴², il souligne la confusion des mesures existantes et les différences importantes entre elles.

Ses propositions vont dans le sens de Prieur. Il n'est pas question pour lui de se limiter à la demande populaire exprimée dans les cahiers de doléances mais d'uniformiser les mesures pour *les savants d'abord* et par la suite de faire connaître et de propager l'usage de ces mesures dans le public. L'évêque d'Autun propose deux méthodes possibles pouvant servir de base à l'uniformité des mesures et des poids.

« La première [méthode] consisterait à adopter pour élément de nos mesures linéaires, la soixante millièmes partie de la longueur du degré du méridien coupé en deux parties égales par le quarante-cinquième parallèle, et dont la longueur a été déterminée à 57 030 toises par M. de La Caille. Cette mesure élémentaire s'est trouvée avoir cinq pieds, huit pouces cinq lignes un quart ; elle s'appellerait un *milliaire*. Mille *milliaires* feraient le *mille*, trois *mille* feraient une lieue, et vingt lieues composeraient un degré. Le *milliaire*

³⁴⁰ Prieur *Opus Cit.*

³⁴¹ Bailly, hist. Ant. Mod. Tom. 1, pag. 154 – cité par Prieur en début de son ouvrage.

³⁴² En annexe

tiendrait lieu de la toise dont il ne différerait que de quarante deux lignes trois quart, et se diviserait comme elle *en six parties*, dont chacun représenterait un *pied*. »³⁴³

Mais dit-il ensuite, cette proposition « *ne permet pas une exactitude assez rigoureuse. Les personnes les plus exercées à ce genre d'opérations s'accordent à penser qu'on ne peut répondre d'une erreur de 34 toises.* »³⁴⁴

« La seconde méthode, dit-il, offre plus de facilité dans l'exécution. Ses nombreux partisans ont conseillé de prendre pour mesure élémentaire la longueur du pendule simple à secondes par la latitude de 45°. Ils ont préféré ce point comme étant un terme moyen entre l'Equateur et le Pôle : on donnerait alors à l'aune la longueur exacte de ce pendule, à notre toise le double de cette longueur et la toise se diviserait en pieds, pouces et lignes suivant les rapports connus de ces subdivisions. »³⁴⁵

Talleyrand lorsqu'il présente sa méthode mélange le calcul sexagésimal qui est la base métrologique des Mésopotamiens, un autre calcul en base vingt, utilisée par les Mayas, il utilise le *mille* romain. et la *lieue* (du latin *leuca*) des Gaulois.

Cette proposition montre que l'innovation métrologique révolutionnaire, dès les origines repose en fait sur la reconnaissance d'une culture métrologique commune.

Talleyrand pour donner un caractère solennel et universel à la nouvelle mesure propose de s'entendre avec l'Angleterre en lui demandant son concours. « *Ce plan simple et parfaitement exact, dit-il, est fait pour réunir tous les suffrages, et même pour exciter de toutes les nations savantes, la plus louable rivalité.* »³⁴⁶

« *Mais comment parvenir à cette uniformité* »³⁴⁷ Alors que de Villeneuve tentait encore d'exposer la possibilité d'un pacte social et métrologique respectueux des anciens usages, la proposition pour réaliser l'uniformité des mesures et des poids de Prieur et ensuite celle de Talleyrand (et toutes celles qui suivront) sont d'une autre nature.

Talleyrand le dit lui-même

³⁴³ Talleyrand, *Proposition sur les poids et les mesures faite à l'Assemblée nationale* en séance du 9 mars 1790. Archives Parlementaires. Opus cit., T. XII, p. 107.

³⁴⁴ Talleyrand. *Opus cit.*, p. 107

³⁴⁵ Talleyrand. *Opus cit.*, p. 107

³⁴⁶ Talleyrand. *Opus cit.*, p. 107

³⁴⁷ Talleyrand. *Opus cit.*, p. 106

« Le moyen le plus simple et qui, à toute autre époque, serait peut-être le seul proposable, consisterait à déterminer tous les poids et toutes les mesures quelconques du royaume sur le double étalon de livre et de toise qui existe à Paris. Cette méthode présenterait plusieurs avantages. Le premier sans doute et qui, toutes choses d'ailleurs égales, pourrait paraître déterminant, c'est que dans une aussi vaste réforme, il en résulterait le moins possible d'innovations. [...] Et cependant quelque naturel que soit ce moyen, quelques facilités qu'il offre dans la pratique, il ne répond pas encore assez ni à l'importance de l'objet, ni à l'attente des hommes éclairés et difficiles. [...] Il conviendrait donc en ce moment, et c'est le vœu connu d'un grand nombre de savants, de faire une nouvelle opération dont l'exactitude fût appuyée sur des preuves et des témoignages irréfragables, et dont les résultats pussent présenter aux yeux de toute l'Europe, un modèle inaltérable de mesures et de poids. »³⁴⁸

Triomphe des savants

Le « » indéfini des savants a de beaux jours devant lui. Ce « » commence à avoir un poids important dans les décisions politiques. « » étant ici pour Talleyrand « » *«Les personnes les plus exercées à ce genre d'opérations [qui] s'accordent à penser »*.³⁴⁹ Les propositions qui suivront iront ensuite dans le sens de celle de Talleyrand. Quand « » *le Marquis de Bonnay, Président du Comité d'agriculture et du commerce fait le rapport, au nom de ce comité, sur l'uniformité à établir dans les poids et les mesures »*³⁵⁰, il lui rend hommage.

« L'ouvrage de M. L'évêque d'Autun sur les poids et mesures, imprimé depuis quelques mois, a frappé tous les bons esprits par sa justesse, par sa clarté. Chacun de vous, Messieurs a eu le temps de le connaître et de l'apprécier ; et votre comité, en vous invitant à adopter un plan si sagement conçu, est persuadé qu'il ne fait que prévenir vos vœux. »³⁵¹

Entre les propositions présentées à un mois de différence à l'Assemblée nationale pour réaliser l'unification des poids et mesures, deux « chemins » possibles étaient en jeu. Le projet d'unification métrologique proposé par Talleyrand fut retenu, celui de Villeneuve présenté par Tillet et Abeille ne le fut pas. Les maîtres du jeu d'alors, scientifiques, philosophes et législateurs firent table rase de tout un pan de l'histoire sociale et métrologique antérieure. Les commissions et les agences créées pour mettre en œuvre le nouveau système des poids et mesures et sa diffusion sont étroitement liées aux comités de l'instruction publique.

³⁴⁸ Talleyrand. *Opus cit.*, p. 106

³⁴⁹ Prieur *Opus Cit*

³⁵⁰ Archives Parlementaires. *Opus Cit*, T. XV. p. 438.

³⁵¹ M. de Bonnay, Rapport sur l'uniformité à établir dans les poids et mesures. A. Parlementaires. *Opus Cit* T. XV, p. 438.

La loi du 18 germinal de l'an III est la loi fondamentale de l'institution du Système métrique décimal. Dans l'ouvrage intitulé «*La législation de l'Instruction primaire*» une longue note résumant les étapes constituant la base de l'uniformité des poids et mesures accompagne cette loi. Le souvenir de la proposition de Villeneuve présenté par Tillet et Abeille a disparu. Disparu également des ouvrages concernant le système métrique décimal.

Les premières propositions sur les moyens d'uniformiser les poids et mesures retenues sont celle de Prieur et celle de Talleyrand. La plupart du temps, c'est la proposition de Talleyrand seule qui est considérée comme première (bien que Condorcet ait antérieurement émis l'idée de prendre comme mesure universelle soit un degré de méridien soit la longueur du pendule à seconde). Le chemin pour réaliser l'uniformité des mesures que Villeneuve proposait n'a pas été retenu par l'histoire. Sa proposition fut bel et bien éliminée des mémoires et des ouvrages de référence sur le sujet. Qui alors peut se souvenir.

A la Révolution pour construire un nouveau système des poids et mesures d'autres choix que ceux qui sont mis en œuvre étaient possibles. Un de ces choix est illustré dans les *Observations* de Villeneuve qui proposait, non pas la *tabula rasa* métrologique qui suivra, mais celle du pacte métrologique avec nos anciens et nos voisins du monde, c'est-à-dire, celui de l'entente et la reconnaissance d'un passé métrologique mondial commun.

Le choix des mesures scientifiques condamna sans procès les principes métrologiques ancestraux. Cette disparition eut des conséquences dont on ne soupçonne peut-être pas encore l'impact sur le monde moderne. En particulier lorsque la diffusion des mesures scientifiques n'est plus assurée, parler alors d'une nouvelle forme de pouvoir métrologique ne semble pas abusif.

Talleyrand disparut très rapidement de la scène politique révolutionnaire pour réapparaître en 1797, ministre des Affaires étrangères. Il organise la toute première réunion internationale de métrologie. Le but de cette assemblée de savants fut de vérifier ensemble toutes les opérations et les calculs effectués par Delambre et Méchain, les deux astronomes chargés de la mesure du quart du méridien entre Dunkerque et Barcelone. Une fois toutes les vérifications des travaux réalisées, les valeurs respectives du mètre vrai et du kilogramme de la nature furent proclamées universelles. En 1799, sous le Consulat, «*Le Mètre du monde*»³⁵² devint une référence pour tous les temps et que tous les peuples pourraient adopter.

³⁵² Titre d'un ouvrage de Denis Guedj

Ne sont rappelées ici que les grandes lignes de la construction et de la mise en œuvre du système métrique décimal. Des experts et des historiens ont déjà souvent illustré l'histoire du système métrique décimal.

Le décret du 8 mai 1790 sur l'uniformisation des poids et mesures

Dès le début de l'année 1790, de nombreuses propositions sont faites à l'Assemblée nationale pour réaliser l'uniformité des poids et mesures.

La proposition retenue est celle de Talleyrand. Le 8 mai 1790³⁵³, l'Assemblée nationale décrète l'uniformisation des poids et mesures. Ce décret fixe à la fois les étapes, la construction et la diffusion du nouveau système de Poids et Mesures.

«Sa Majesté sera suppliée de donner des ordres aux administrations des divers départements du royaume, afin qu'elles se procurent et qu'elles se fassent remettre par chacune des municipalités comprises dans chaque département, et qu'elles envoient à Paris, pour être remis au Secrétaire de l'Académie des Sciences, un modèle parfaitement exact des différents poids et des mesures élémentaires qui y sont en usage.»³⁵⁴

Le Roi³⁵⁵ est donc supplié de demander aux Anglais de participer à cette œuvre. En demandant à l'Angleterre de collaborer à la définition de l'unité fondamentale du nouveau système, le projet peut être considéré de nature internationale.

« des membres de l'Académie royale pourront se réunir en nombre égal avec des membres choisis de la Société Royale de Londres, dans un lieu qui sera jugé respectivement le plus convenable, pour déterminer à la latitude de quarante-cinq degrés, ou de toute latitude qui pourrait être préférée, la longueur du pendule, et en déduire un modèle invariable pour toutes les mesures et tous les poids.[...] »³⁵⁵

L'Angleterre sollicitée répond six mois plus tard que le projet n'est pas envisageable. Quant aux Etats-Unis, d'abord enthousiastes, ils se détournent du projet lorsqu'ils prennent connaissance de la réponse des Anglais. L'Espagne est favorable au projet français.

Par le décret du 8 mai 1790, l'Académie royale des Sciences est chargée d'une double mission, scientifique et pédagogique.

³⁵³ Le même jour, un autre décret relatif aux monnaies, fut voté. "L'Académie des Sciences indiquera l'échelle de division qu'elle estimera la plus convenable, tant pour les poids que les autres mesures et pour les monnaies."

³⁵⁴ Extrait du décret du 8 mai 1790 relatif à l'uniformité des Poids et mesures.

³⁵⁵ idem

« Sa Majesté sera suppliée de charger l'Académie des Sciences de fixer avec précision, pour chaque municipalité du royaume, les rapports de leurs anciens poids et mesures avec le nouveau modèle, et de composer ensuite, pour l'usage de ces municipalités, des livres usuels et élémentaires où seront indiqués avec clarté toutes ces proportions. Décrète en outre que ces livres élémentaires seront adressés à la fois dans toutes les municipalités, pour y être répandus et distribués, qu'en même temps il sera envoyé à chaque municipalité un certain nombre de nouveaux poids et nouvelles mesures, lesquels seront envoyés gratuitement [...] »³⁵⁶

Le décret du 8 mai, promulgué par Louis XVI le 22 août, parvient dans les départements en septembre 1790.

Le choix de l'échelle décimale et de la longueur du méridien terrestre

Condorcet remet un rapport le 27 octobre 1790. L'échelle décimale est retenue tant pour les poids que les autres mesures et pour les monnaies. Une deuxième commission est nommée pour déterminer le choix de l'unité de mesures. Borda, Lagrange, Laplace, Monge et Condorcet proposent les unités qui paraissent les plus propices à servir de base à l'unité. Soit la longueur du pendule à seconde, un quart du cercle de l'équateur terrestre ou un quart du méridien terrestre. L'un des inconvénients de la longueur du pendule à seconde serait que le temps et la variation de la pesanteur n'ont pas de lien direct avec l'unité de longueur. La longueur du quart de l'Equateur n'est pas retenue car les difficultés d'accès pour se rendre sur place sont trop importantes. La Commission opte pour le quart du méridien terrestre, dont la dix millionième partie sera l'unité linéaire et fondamentale du nouveau système des poids et mesures. Le quart du méridien sera mesuré entre Dunkerque et Barcelone. Ces deux villes sont approximativement situées chacune d'un côté et de l'autre du 45° parallèle et au niveau de la mer. Cette distance a un autre avantage, c'est celle de la méridienne de France déjà mesurée. La mesure de l'arc du méridien terrestre sera exprimée en *toises* et le poids en *grains*. Les mesures de pendule compléteront les travaux de vérification. La méridienne de France a déjà été mesurée. Nombreux sont ceux qui pensent que les mesures déjà faites offrent les précisions nécessaires pour construire la nouvelle unité de mesure. Mais il est avancé que les instruments modernes sont bien meilleurs que les anciens. Une fois la détermination de l'échelle du système et l'unité de base choisie pour déterminer le mètre, la Commission demande alors la vérification d'un volume connu d'eau distillée, à 0°.

³⁵⁶ Extrait du décret du 8 mai 1790 relatif à l'uniformité des Poids et mesures. *Opus cit.*

Le mètre provisoire

Construire un nouveau système de poids et de mesures et le faire entrer dans l'usage est un projet de longue haleine. Un décret est une chose, sa mise en application en est une autre. Devant la lenteur des travaux scientifiques, les représentants politiques s'impatientent. En avril 1792, le ministre Roland demande que soit mis en place un système de mesure provisoire pour faire cesser au plus vite les importants problèmes liés à la diversité des mesures locales qui entrave la circulation des grains en cette période de crise alimentaire grave. Le 20 mai, il réitère sa demande. C'est à ce moment que l'Académie des sciences songe à utiliser les travaux antérieurs et les résultats de la triangulation de la Méridienne de France pour établir l'unité fondamentale provisoire de longueur.

Le 1^{er} août 1793

«*Alors que Méchain et Delambre attendent encore les cercles répéteurs pour commencer la triangulation*»³⁵⁷, la Convention prend une décision précipitée. Elle décrète l'uniformisation des poids et mesures et l'utilisation du nouveau système des poids et mesures à partir du 1^{er} juillet 1794 ! Le quart du méridien est l'unité prise dans la nature. Sa longueur est de 5132430 toises. Il devient la mesure fondamentale du nouveau système de poids et mesures dont le mètre est un sous-multiple. Le mètre est la dix millionième partie du quart du méridien terrestre. Le mètre cubique est le cade. Le décimètre cubique est la pinte (qui deviendra *cadil* par la loi du 19 janvier 1794 et litre le 18 germinal de l'An III). Le poids d'un mètre cubique d'eau est un bar ou millier. Un décimètre d'eau est un grave et un centimètre cubique d'eau, un gravet. L'unité monétaire est le franc d'argent. Il pèse 188,41 grains.

La loi est envoyée dans les départements. Dans la précipitation, les législateurs ne s'étaient pas rendu compte des erreurs qu'elle contenait et il faut retirer le texte de cette loi de la circulation à peine envoyée !

L'inventaire des mesures locales

En septembre 1793, en réponse au décret de l'Assemblée constituante du 8 mai 1790, on tente d'effectuer un inventaire des mesures sur l'ensemble du territoire français. C'est une entreprise considérable. Les autorités chargées de la mettre en œuvre se retrouvent face à de gros problèmes. Condorcet, en tant que secrétaire de l'Académie, adresse une lettre à

³⁵⁷ Louis Marquet. La mise en application en France du système métrique décimal. Opus cit., p. 5.

l'Assemblée nationale le 11 novembre pour partager ses craintes quant à la multitude des mesures envoyées des départements.

Cette même année, il est demandé aux autorités locales que seules les mesures du chef-lieu de département soient envoyées à l'Académie, en veillant à ce qu'il n'y ait pas de doublons, car les mesures déjà envoyées de 14 Départements forment un «*incombrement considérable*»³⁵⁸.

La Terreur

La construction du système métrique décimal est confrontée à de graves problèmes politiques et les difficultés s'amoncellent. Le 8 août 1793, la Convention supprime toutes les Académies. Les académiciens espèrent le maintien de l'Académie des Sciences qui disparaît officiellement. Ils décident de se constituer en club libre pour continuer leurs travaux. Par ailleurs, Condorcet est en état d'arrestation et Mathieu Tillet est déjà mort. Louis XVI est exécuté le 21 janvier à 10 heures du matin.

L'accusateur public du tribunal révolutionnaire a reçu, par décret, en date du 5 avril 1793, le pouvoir de faire arrêter, poursuivre et juger tout prévenu sur simple dénonciation. En septembre 1793, sur deux cent soixante affaires, soixante-six condamnations à la peine capitale sont prononcées. Entre octobre et décembre 1793, le nombre des morts augmente de cent soixante-dix-sept condamnations dont de nombreux girondins. Depuis le début de l'année la Terreur règne.

Dans les villes de province, la contre-révolution fait rage, le 12 mars 1793, commence la guerre de Vendée aux cris de «*À bas la milice*». L'armée catholique et royale est défaite à Cholet le 17 octobre 1793, puis anéantie à Savenay le 23 décembre. Les insurrections se multiplient, à Lyon, Marseille et Toulon. Après la chute de Robespierre, la terreur «*blanche*» s'installe, les partisans royalistes massacrent les partisans républicains de la terreur «*rouge*». Devant tant de violence, il est difficile de ne pas penser que la raison a déserté le monde.

La Raison statufiée

« C'est en France que se trouvent idéalement rassemblés, et provocants, si même ils sont très vulnérables, les ennemis que la raison se donne : l'arbitraire, le fanatisme, l'absolutisme. Mais en France aussi, l'esprit des Lumières, nourri aux sources qu'il combat, empruntera vite à l'absolutisme ses propres instruments. La raison proclamera sa monarchie absolue. Elle posera ses dogmes au nom du mépris des dogmes.

³⁵⁸ Lavoisier, *Oeuvres*. T1, p. 687.

L'intolérance inspirera la lutte pour la tolérance. La haine de l'arbitraire légitimera bientôt l'arbitraire »³⁵⁹

Le culte de la Raison est célébré dans la cathédrale, à Montauban, le 21 novembre 1793.

« La majestueuse et colossale statue de la Raison avait été placée sur l'ancien autel à qui on avait donné une forme majestueuse et antique. Il était orné de guirlandes de chêne. La Raison, de sa main droite, présentait au peuple le miroir de la vérité. Elle appuyait sa main gauche sur un faisceau surmonté de la hache destinées à abattre les préjugés. Elle tenait aussi dans cette main un mors pour montrer que la Raison sait mettre un frein à la passion des hommes. [...] avant d'entrer dans la cathédrale, on fut quelque temps sans trouver les clés. Cet incident avait été convenu pour faire sentir au peuple qu'on arrive à la raison qu'après avoir renversé les barrières des préjugés. La foule envahit alors le temple. Après avoir fait le tour de la statue, pendant qu'on exécutait l'hymne de la liberté, le cortège vint se ranger devant la chaire, servant de tribune, décorée d'un bonnet rouge et d'un drapeau. A ce moment, le bataillon des jeunes spartiates du district pénètre dans le temple au son du tambour. [...] »³⁶⁰

La construction du système métrique continue

Le 11 septembre 1793, la Convention demande à ce qu'une Commission temporaire des poids et mesures soit nommée. Borda la préside. Il est assisté de Prieur de la Côte d'Or et plusieurs autres savants. Le 22 octobre, un décret ordonne la fabrication des étalons provisoires – un mètre, une pinte, un grave – En plus de ces étalons nationaux, les 85 départements et les 572 districts ont besoin d'étalons d'usage local. Il est décrété que ces étalons seront livrés dans six mois. Les problèmes de guerre et d'insurrection auxquels doit faire face la nouvelle organisation politique rendront cet ordre irréalisable. Au mois de décembre, la Commission rend compte de l'état du projet du nouveau système des poids et mesures. L'abbé Grégoire est président de la Convention.

Delambre et Méchain chargés de mesurer l'arc du méridien terrestre entre Dunkerque et Barcelone attendent leurs instruments de mesure qui finissent enfin par être construits et ajustés. Les deux savants peuvent commencer leurs mesures. La commission élabore le plan général du système avec toute sa nomenclature, le choix des rapports entre les unités de même espèce, entre les mesures linéaires et celles de capacité et les poids, les rapports entre les poids et les monnaies.

³⁵⁹ Jean- Denis Bredin. *Opus Cit*, p.40

³⁶⁰ Victor Malrieu, *Les Fêtes civiques à Montauban pendant la Révolution*, Imprimerie Besson, Montauban, 1929, p.□.

Il est décidé que les préfixes seraient d'origine grecque et latine. Grecs, quand accolés à l'unité, ils indiquent la place et la valeur des multiples de l'unité de base et latins pour les sous-multiples. (Plus tard, l'opinion s'opposant au nouveau système de poids et mesures, reprocha qu'il soit nécessaire de savoir le grec et le latin pour se servir des nouvelles mesures.)

Enfin, La loi du 18 germinal de l'An III donne sa forme définitive au nouveau système des poids et mesures. Cette loi est restée la loi fondamentale du système métrique décimal malgré les atteintes de Napoléon. En effet en 1812, puis en 1816, Napoléon émit des textes législatifs qui eurent comme conséquence d'altérer la pureté originelle du système métrique décimal. Cette loi fut reprise en 1837 lorsque le système métrique devint obligatoire dans toute la France.

La loi du 18 Germinal

Le 18 germinal de l'an 3 de la République, la loi relative à l'unification des poids et mesures, faisant suite à l'abolition des privilèges institue le système métrique décimal dans une France «une et indivisible».

« 1. Il n'y aura qu'un seul étalon des poids et mesures pour toute la République : ce sera une règle de platine sur laquelle sera tracé le mètre qui a été adopté pour l'unité fondamentale de tout le système des mesures. Cet étalon sera exécuté avec la plus grande précision, d'après les expériences et les observations des commissaires chargés de sa détermination ; il sera déposé près du Corps Législatif, ainsi que le procès-verbal des opérations qui auront servi à le déterminer, afin qu'on puisse les vérifier dans tous les temps.

15. L'agence temporaire déterminera les formes des différentes sortes de mesures, ainsi que les matières dont elles devront être faites, de manière que leur usage soit le plus avantageux possible.

16. Il sera gravé sur chacune de ces mesures leur nom particulier ; elles seront marquées en outre d'un poinçon de la République qui en garantira l'exactitude.

17. Il y aura à cet effet, dans chaque district, des vérificateurs chargés de l'apposition du poinçon. La détermination de leur nombre et de leurs fonctions fera partie des règlements que l'agence préparera, pour être ensuite soumis à la Convention Nationale par son Comité d'instruction publique.

18. Le choix des mesures appropriées à chaque espèce de marchandise aura lieu de manière que, dans les cas ordinaires, on n'ait pas besoin de fractions plus petites que le centième. L'agence recherchera les moyens de remplir cet objet, en s'écartant le moins possible des usages du commerce.

19. Au lieu des tables des rapports entre les anciennes et les nouvelles mesures, qui avaient été ordonnées par le décret du 8 mai 1790, il sera fait des échelles graphiques

pour estimer ces rapports sans avoir besoin d'aucun calcul. L'agence est chargée de leur donner la forme la plus avantageuse, d'en indiquer la méthode, et de la répandre autant qu'il sera nécessaire.

20. Pour faciliter les relations commerciales entre la France et les nations étrangères, il sera composé, sous la direction de l'agence, un ouvrage qui offrira les rapports des mesures françaises avec celles des principales villes de commerce des autres peuples. »³⁶¹

Entre l'époque pleine d'espoir des cahiers de doléances et la loi du système métrique décimal en d'avril 1795, il y eut en France, la Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen, une Première Constitution, un régicide, des flots de sang, une République, de nouvelles institutions et la Terreur. Le basculement de la France dans la guerre civile est difficile à expliquer. Et avec le recul, il semble que, de toutes les institutions proposées et réclamées dans les cahiers de doléances, l'unification des poids et des mesures conserve une ligne directrice rationnelle dans le déchaînement de la violence révolutionnaire. Le système métrique décimal reste de fait fidèle à l'utopie d'origine, il est, dans l'espace commun, garant de l'égalité et de la libération des hommes et de la fraternité des peuples.

L'Utopie métrologique : le scientisme universel

Imaginons que nous rencontrions des extra-terrestres avec qui nous voudrions échanger des biens matériels ou immatériels, notre système de mesure, même international, devenant l'expression d'une mesure terrienne ne suffirait plus. Le cercle d'influence de la métrologie actuelle, reposant en 2002 sur les 51 états ayant signé depuis 1875 la Convention du Mètre et sur la quasi-totalité des pays du monde qui se servent du «*Système International*» pour leurs échanges commerciaux, scientifiques et techniques serait remis en question.

Néanmoins, particulièrement depuis la Révolution française, on peut dire que s'est installée une «*Utopie métrologique*» servant de point de mire à l'évolution de la mesure dans le monde. J'entends ici par «*Utopie*» non pas un phantasme irréaliste, mais une sorte d'idéal, dans ce cas inspiré par une certaine idée de la Raison. Elle donne aux acteurs la référence de la direction à prendre pour aller vers la perfection. Cette interprétation du mot «*Utopie*» rejoint celle d'auteurs contemporains³⁶². Elle est cohérente avec celle de Thomas More, à cela près qu'il utilisait son «*Utopie*» pour critiquer, par contraste, la société de son époque.

³⁶¹ Loi du 18 germinal de l'An III relative à l'unification des poids et mesures

³⁶² Voir par exemple *Les Utopies, moteurs de l'Histoire* Les Rendez vous de l'Histoire, Blois 2000, Editions Pleins feux, 2001.

Le système international d'unités utilisé à l'échelle – presque – mondiale, ne relève pas seulement de « pactes métrologiques » minimaux nécessaires au fonctionnement quotidien des marchés et des transactions locales, mais plutôt d'une grande « utopie métrologique », consistant à pousser l'esprit du pacte local jusqu'à ses limites mondialistes³⁶³. La collectivité motrice de cette grande unification des mesures a été, non plus la communauté des marchands, mais bien la communauté scientifique, laquelle est par nature porteuse d'une tentative de langage commun universel. La métrologie est d'ailleurs définie aujourd'hui par les métrologues comme « langage universel des sciences et des techniques »³⁶⁴. Héritière du passé, à la Révolution, la métrologie scientifique repose sur un savoir ancestral « l'art de la mesure » construit à partir de la métrologie transactionnelle. En héritant de ses formes antérieures, la métrologie scientifique s'institutionnalise à la Révolution. Elle gagne en précision, mais ne transforme pas vraiment les principes métrologiques de base. Par exemple, entre le talent d'eau de Babylone qui est le poids d'un pied cube d'eau et le kilogramme qui représente celui d'un décimètre cube d'eau, il y a une différence de précision, mais le principe métrologique est le même.

Le grand changement

Ce qui change profondément dans la rupture métrologique révolutionnaire c'est qu'elle incarne de nouvelles relations sociales. La métrologie nommée devient un bien public. L'égalité et le partage « universel » d'une métrique commune se matérialisent conjointement par la naissance du système métrique décimal et sa diffusion massive dans l'école.

La Révolution française a été un grand moment d'affirmation de l'utopie métrologique³⁶⁵. Le geste extraordinaire consistant à choisir comme étalon de longueur universel le méridien terrestre, dont le moins qu'on puisse dire, c'est qu'à la différence des étalons marchands, il n'est pas mesurable quotidiennement par le citoyen moyen, est une affirmation profondément « utopique ». Elle manifeste un idéal, celui d'une utopie universelle, car chaque être humain,

³⁶³ Dans les pays anglo-saxons, des groupements de défenseurs des systèmes traditionnels non métriques (le pouce, le yard, le mile, le pied...) sont depuis quelques années particulièrement combatifs. Ils se sont donnés le nom de « foot loosers ». Cependant on peut aussi noter, à cette occasion, que le yard et le pound sont actuellement légalement définis à partir du mètre et du kilogramme.

³⁶⁴ Extrait de la Conférence de Marc Himbert, titulaire de la chaire de métrologie du CNAM « La métrologie, un langage universel pour les sciences et les techniques » à l'Ecole doctorale PROMEN NANCY 12-13 mai 1997 publiée dans *Récents progrès en Génie des Procédés* en 1997

³⁶⁵ Dans « la profondeur historique ».

où qu'il se trouve sur la planète, a un méridien sous les pieds. Mais pour accéder à cet étalon de longueur, il faut faire confiance à la Science.

Sans doute, ce n'est pas la seule circonstance historique où «l'Utopie métrologique» s'est manifestée. Charlemagne décida une unification européenne du système de mesure, et même si l'unification ne dura que le temps de son règne, la célèbre «Pile de Charlemagne»³⁶⁶ était encore un étalon respecté à la Révolution française. L'empire Romain l'avait fait avant lui et, certaines mesures romaines étaient encore en usage à la veille de la Révolution. De l'autre côté de la planète, des empereurs chinois avaient unifié les poids et mesures dans leur empire...

Depuis les premiers systèmes de mesure dont l'histoire garde la trace et jusqu'à nos jours, la métrologie dans son essence, ne s'est pas fondamentalement transformée. Ce qui change plus profondément au cours du temps, c'est le cadre dans lequel la mesure opère, c'est-à-dire les espaces sociaux dans lesquels la mesure se pratique et ce que signifient ses usages. L'unification métrologique illustre un certain type d'exercice du pouvoir. Elle est le fait de pouvoirs forts qui agissent pour rendre durable et stable l'unité de la société qu'ils administrent. Elle représenterait la légitimation et l'extension, par le pouvoir suprême, de l'esprit du pacte métrologique issu de la base. Par rapport à ces gestes remarquables, qui représentent le meilleur de l'exercice du pouvoir, la Révolution Française apparaît comme inspirée, non plus comme l'était Charlemagne, par un «despotisme éclairé» au sens de Montesquieu, mais bien par une «idéologie». Celle de la Raison triomphante, inspirant la Science Universelle et Positive et se substituant à la légitimité ancestrale et sacrée du pouvoir.

Tout pacte, toute Utopie métrologique semblent devoir être régulièrement ré-affirmés par un partage des connaissances et des pratiques de la mesure. Ce n'est que lorsqu'elle est reconnue à la fois socialement et légalement qu'elle peut être utile au plus grand nombre. Aujourd'hui, cette reconnaissance est assurée au niveau scientifique et légal. Mais le moins que l'on puisse remarquer c'est que les populations n'ont pas connaissance des principes de base de la métrologie scientifique, technique et industrielle organisée au niveau international. En France, le mot «métrologie» est quasiment absent du vocabulaire usuel des gens.

³⁶⁶ La pile de 50 marcs, dite de Charlemagne, a été du XIV^e au XVIII^e siècles l'étalon de la Cour des Monnaies à Paris.

La différence fondamentale entre les organisations des poids, mesures et monnaies anciennes et la nouvelle métrologie qui apparaît à la Révolution française n'est pas tant dans les principes métrologiques qui servirent de base au système métrique décimal que dans le fait que le nouveau système des poids et mesure accompagne la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen et rend effective la toute nouvelle égalité entre les hommes.

L'uniformisation des mesures ne fut possible qu'à partir de la nuit du 4 août 1789, et jusqu'au 11 août lorsque les nobles, dans un geste sublime, se dépossèdent de tous leurs privilèges, y compris de leurs droits de mesure. Le système métrique devient l'un des symboles d'une liberté réelle, matérialisée, de tous les citoyens. Il incarne l'idée d'une possible libération des hommes et celle que de l'amitié entre les peuples.

Aujourd'hui une part de cette grande utopie s'est en partie réalisée□ la quasi-totalité des Etats utilise le système international d'unités. Mais dans un même temps, en France, ni le mot «métrologie□, ni l'incertitude de mesure ne sont vraiment connus du public ou de l'école³⁶⁷.

Depuis la Révolution□ le pouvoir de la Science

Le 26 mars 1791, Condorcet lut aux députés dans la salle du Manège une lettre. La France, en tant qu'initiatrice et réalisatrice d'un magnifique projet métrologique fait don à la postérité et aux autres nations de ses intérêts particuliers. La France donnait ses fondements au nouveau pacte métrologique et dessinait la mission sociale, philosophique, scientifique, politique et géographique du nouveau système des poids et mesures.

Messieurs, dit-il□

« L'Académie des sciences m'a chargé d'avoir l'honneur de vous présenter un rapport sur le choix d'une unité de mesure. Comme les opérations nécessaires pour la déterminer ensuite demanderont du temps, elle a cru devoir commencer son travail par cette question, et la séparer de toutes les autres. L'opération qu'elle a proposée est la plus grande qui ait été faite, et elle ne peut qu'honorer la nation qui en ordonnera l'exécution. L'Académie a cherché à exclure toute condition arbitraire, tout ce qui pourrait faire soupçonner l'influence d'un intérêt particulier à la France, ou d'une prévention nationale ; elle a voulu en un mot, que si les principes et les détails de cette opération pouvaient seuls passer à la postérité, il fût impossible de deviner par quelle nation elle a été exécutée. L'opération de la réduction des mesures à l'uniformité est d'une utilité si grande ; il est si important de choisir un système qui puisse convenir à tous les peuples ; le succès de l'opération dépend à un tel point de la généralité des bases sur lesquelles ce système s'appuie, que l'Académie n'a pas jugé pouvoir s'en rapporter aux mesures déjà faites, ni se contenter de la simple observation du pendule ;

³⁶⁷ A part dans les cursus professionnels et depuis 2000 dans les programmes des lycéens à partir de la seconde.

elle a senti que travaillant pour une nation puissante, par les ordres des hommes éclairés, et embrassant dans leurs vues tous les hommes et tous les siècles, elle devait s'occuper moins de ce qui serait facile, que de ce qui approcherait le plus de la perfection, elle a cru enfin, qu'une grande opération qui annoncerait le zèle éclairé de l'Assemblée nationale pour l'accroissement des lumières et le progrès et la fraternité des peuples, ne serait pas indigne d'être accueillie par elle. »³⁶⁸

Les négociations du milieu du XIX^e

Le système métrique décimal devient obligatoire en France le 1er janvier 1840 par la loi du 4 juillet 1837. Il se propage lentement mais sûrement en Europe tout le long du XIX^e siècle. Cependant les expositions universelles de 1851, de 1855 et de 1867 où sont présentées des mesures de différents pays font apparaître une grande disparité entre les nations européennes.

Par ailleurs, les étalons premiers, le Mètre et le Kilogramme de 1799, conservés aux Archives à Paris, sont tellement précieux qu'ils ne sont pas vraiment utilisables quotidiennement. Le Mètre des Archives est une règle à bouts et les comparaisons ne peuvent se réaliser que par contact. Ces contacts risquent de détériorer l'étalon de référence, comme auparavant avait été détériorée la Toise du Châtelet. Depuis 1848, les étalonnages des mètres étrangers et les comparaisons sont effectués au Conservatoire des Arts et Métiers. Pour ces comparaisons, de bonnes copies du mètre sont utilisées. Cependant les étrangers revendiquent à juste titre que leurs règles soient étalonnées, non pas à un étalon secondaire comme celui des Arts et Métiers, mais bien à celui des Archives. Ceci complique les choses mais tout en étant bien admissible car les pays qui ont adopté le système métrique décimal sont en droit de demander la meilleure perfection possible pour leur mesure nationale. En octobre 1867, réunie à Berlin, la Conférence géodésique internationale demande la construction d'un nouveau mètre prototype européen. Ce mètre doit être aussi semblable que possible au Mètre des Archives. Les progrès techniques et scientifiques rendent cette opération possible. Le Bureau des Longitudes demande que soit construit un mètre étalon à traits plutôt qu'à bouts.

L'Académie de Saint-Pétersbourg réclame la constitution d'une commission internationale des poids et mesures devant se charger de ces questions métrologiques. En 1869, certains pays, dont la Russie, semblent douter même de la valeur du Mètre et du Kilogramme des Archives. La France réagit, elle charge une commission de rédiger un rapport. Le 23 août de la même année, Jean-Baptiste Dumas présente les travaux de la commission. Dès septembre, un décret nomme les membres d'une «Section française de la Commission internationale du

³⁶⁸ Lettre de Condorcet lue aux députés à la salle du Manège le 26 mars 1791. (Citée par Denis Guedj *Le mètre du monde*, p. 61)

Mètre[□] ayant pour mission de réaliser un nouveau mètre à traits avec la collaboration de savants étrangers. Le Président de la Commission³⁶⁹ est Mathieu et le vice-président le général Morin, alors directeur du Conservatoire des arts et métiers.

Par dessus la guerre

La grande générosité métrologique proposée par les Lumières est quelquefois difficile à assumer, mais le pacte métrologique international est en route et rien ne semble pouvoir l'arrêter.

La Commission internationale se réunit pour une première session en août 1870. La France et la Prusse sont en guerre, mais les experts réunis décident sereinement d'élargir les missions de la Commission. Elle devient, en plus de la construction du mètre à trait et de la conservation des étalons et en premier lieu du Kilogramme, chargée de la diffusion du système métrique décimal. Cette commission se réunit à nouveau en septembre 1872. 51 délégués sont présents et 28 Etats sont représentés Cette Commission décide entre autres de fonder à Paris un bureau international des poids et mesures (l'actuel BIPM) et demande à la France d'organiser à ce sujet une Conférence diplomatique.

Le Général Morin a quelque peu de mal à accepter certaines règles du jeu du pacte international de la mesure[□]

« Après de nombreux essais, une coulée de 250 kilogrammes de platine iridié a été réussie au Conservatoire des Arts et Métiers le 13 mai 1874, et on commence à en extraire les premières règles.

Jaloux de ses prérogatives, Morin refuse de donner les échantillons aux membres du Comité international : il prend ce concours pour un contrôle dont il ne veut à aucun prix. Les aménagements du pavillon de Breteuil ne se termineront qu'au début 1879, et en attendant, les savants étrangers piétinent.

Des doutes s'élèvent quant à la pureté du platine obtenu au Conservatoire³⁷⁰. Malgré un avertissement du Comité international, la Section française passe outre et poursuit ses travaux, alors qu'elle aurait eu le temps de refaire une coulée. »³⁷¹

³⁶⁹ Cette commission construit le fameux mètre au profil en X.

³⁷⁰ On observera cent ans plus tard que l'alliage dit du Conservatoire (composé de 87,7 % de platine pur dans l'alliage, alors qu'il en faut 90 % avec une marge de 2% en plus ou en moins) et l'alliage de Matthey de Londres sont aussi valables l'un que l'autre[□]

³⁷¹ Louis Marquet . *Il y a cent ans*[□] *Jean-Baptiste Dumas et la Convention du mètre*. Revue d'histoire de la pharmacie, XXII, N° 227, décembre 1975. p. 563

Les 24, 25 février et le 16 juillet 1875 la Troisième République française est proclamée. Cette même année, la Conférence du Mètre eut lieu à Paris. Vingt Etats y sont représentés.

«Sa Majesté l'Empereur d'Allemagne, Sa Majesté l'Empereur d'Autriche-Hongrie, Sa Majesté le Roi des Belges, Sa Majesté l'Empereur du Brésil, Son Excellence Le Président de la Confédération Argentine, Sa Majesté le Roi du Danemark, Sa Majesté le Roi d'Espagne, Son Excellence le Président des Etats-Unis d'Amérique, Sa Majesté le Roi d'Italie, Son Excellence le Président de la République du Pérou, Sa Majesté le Roi du Portugal et des Algraves, Sa Majesté l'Empereur de Toutes les Russies, Sa Majesté le Roi de Suède et de Norvège, Son Excellence le Président de la Confédération Suisse, Sa Majesté l'Empereur des Ottomans et Son Excellence le Président de la République de Vénézuéla»

Désirant assurer l'unification internationale et le perfectionnement du système métrique, ont résolu de conclure une Convention à cet effet. [...]»³⁷²

Les séances au nombre de sept ont lieu entre le 4 mars au 1^{er} avril 1875. Parmi les personnes présentes, l'unanimité ne se fait pas immédiatement. Le consensus est un peu difficile à trouver. Parmi les délégués spéciaux réunis, trois groupes se forment. Le premier groupe et le plus nombreux rédige le Projet N° 1. Il demande que le bureau international soit un organisme permanent. Un autre groupe s'oppose à cette idée et rédige un Projet N° 2 la Commission internationale sera dissoute une fois les travaux en cours achevés, chacun des pays rapportant ses étalons nationaux chez soi. Les étalons pouvant être laissés sous la garde d'un personnel réduit, en un lieu donné. Une nouvelle commission pourrait être créée de loin en loin lorsque les comparaisons entre les étalons deviendraient nécessaires. Enfin, un troisième groupe ne prend pas position.

La Convention du mètre

Le 20 Mai 1875, l'accord est fait : le Bureau international des poids et mesures³⁷³ (BIPM) devient l'organe international, commun et permanent de la métrologie dans le monde.

«Les Hautes parties contractantes s'engagent à fonder et entretenir, à **frais communs**, un Bureau international des poids et mesures, scientifique et permanent dont le siège est à Paris.»³⁷⁴

En 1875, la France a connu depuis le siècle qui la sépare de sa première République, un Directoire³⁷⁵, un Consulat³⁷⁶, un Consulat à vie³⁷⁷, un Empire³⁷⁸, une première Restauration³⁷⁹,

³⁷² *Documents diplomatiques de la Conférence du Mètre*, Paris, Imprimerie Nationale, 1875. Archives de l'Académie des Sciences de Paris.

³⁷³ <http://www.bipm.org/>

³⁷⁴ *Documents diplomatiques de la Conférence du Mètre*, opus. cit.

les 100 jours³⁸⁰, une deuxième Restauration³⁸¹, une deuxième République³⁸² et un second Empire³⁸³, mais un seul Système Métrique Décimal. Malgré quelques tentatives d'altération³⁸⁴, celui-ci a gardé sa pureté et reste un élément de pacification internationale, à travers le temps et l'instabilité politique. Haut lieu de la métrologie et de la diplomatie, le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) demeure toujours en France, au Pavillon de Breteuil à Sèvres, un territoire métrologique international sur le sol français.

Le meilleur de l'utopie des Lumières s'est en quelque sorte concrétisé dans l'institution métrologique de ce lieu. Le BIPM est actuellement reconnu dans le monde entier. Il n'est pas trop fort de dire qu'il représente un pas de plus sur le chemin de l'entente entre les peuples, ou comme l'exprimait Gilbert Govy, Membre du Comité international des poids et mesures, le 25 octobre 1878 en s'adressant à ses collègues, «*Cette grande révolution pacifiste à laquelle nous voulons tous coopérer.*»³⁸⁵

La Convention du Mètre est un traité diplomatique. Elle fut signée par dix-sept pays qui créèrent le Bureau international des poids et mesures en 1875. En 2002, cinquante et une nations ont signé cette Convention. Chaque année depuis l'an 2000, en souvenir de 1875, le 20 mai est la Journée internationale de la métrologie.

³⁷⁵ 5 fructidor an 3 (22 août 1775) au 22 frimaire de l'an VIII, (13 décembre 1799) au 28 floréal An XII (18 mai 1804)

³⁷⁶ 22 Frimaire An VIII (13 décembre 1799) au 16 thermidor AN X, (4 août 1802)

³⁷⁷ 16 thermidor AN X, (4 août 1802) – 28 floréal An XIII (18 mai 1804)

³⁷⁸ 28 floréal An XIII (18 mai 1804) – 4 juin 1814

³⁷⁹ 4 juin 1814 – 23 avril 1815

³⁸⁰ 23 avril 1815

³⁸¹ 14 août 1830 – 4 novembre 1848

³⁸² 4 novembre 1848 – 14 janvier 1852

³⁸³ 14 janvier 1852 – 2', 25 février et 16 juillet 1875

³⁸⁴ en 1812 et en 1816 Napoléon tenta d'altérer la pureté du système métrique décimal

³⁸⁵ Govi Gilbert, *De la Convention du Mètre du 20 mai 1875 et de l'institution à Paris d'un Bureau international des poids et mesures*. Extrait des Procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures, séance de 1878. Paris, Gauthier-Villard, 1879. Archives de l'Académie des sciences.

La métrologie contemporaine

L'influence de la communauté scientifique sur la métrologie, déjà présente dans l'antiquité (Eratosthène et sa première évaluation du rayon terrestre, Thalès, Archimède...), présente aussi à la Renaissance (Tycho Brahé, Copernic, Galilée), est instituée dans sa vocation universelle à la Révolution française. Cette influence n'a fait que s'affirmer, depuis l'adoption de la convention du mètre, en 1875, si l'on excepte la résistance des industriels et des marchands anglo-saxons à adopter le Système International d'unités. Cette résistance n'est cependant pas négligeable et même bien présente dans les techniques de pointe et l'industrie de luxe puisque les dimensions des téléviseurs sont comptées en pouces, les contenances des flacons de parfum en onces et la précision des images sur Internet en dpi (dots per inch = points par pouce). Elle impose même sa loi aux militaires, puisque la normalisation des armes et des munitions de l'OTAN est issue des standards américains, lesquels sont à l'origine exprimés en unités non métriques³⁸⁶.

Le pouvoir des scientifiques sur la métrologie a deux conséquences importantes□

-La première est le passage à l'hyper précision. Comme le faisait remarquer l'astrophysicien Pierre Léna dans une conférence tenue au Sénat, la précision des mesures, au XX^e siècle, a été multipliée par des facteurs pouvant dépasser le million.

Aujourd'hui le mètre est matérialisé dans le vide à 10^{-11} en valeur relative. Pour les distances astronomiques, 10^{-11} peut représenter plusieurs mètres. Mais, cette longueur, pour un barreau de un mètre, est inférieure à la distance séparant deux atomes constituant le matériau. La définition de l'objet à mesurer perd alors son sens, car aucun objet concret à taille humaine, même un monocristal, n'est défini à un atome près. À ce niveau de précision, il faut redéfinir ce que l'on mesure, comme dans l'exemple, devenu célèbre à la suite des travaux de Benoît Mandelbrot, de la longueur de la côte de Bretagne³⁸⁷.

Cette hyper précision est-elle pour autant sans application pratique□ Non, le GPS (positionnement par satellite), la mise en cohérence des horloges, nécessaire pour Internet, la surveillance de l'état de la planète et de sa végétation utilisent cette hyper précision.

³⁸⁶ Les unités anglo-saxonnes sont cependant raccordées aux valeurs des unités SI

³⁸⁷ C'est l'exemple qu'on utilise pour faire comprendre la notion de fractale. Du fait que cette cote est très découpée, elle est d'autant plus longue qu'on la mesure avec plus d'exactitude. Voir Benoît Mandelbrot, Les Fractales,

-La seconde conséquence est, contrairement à ce que souhaitaient les promoteurs du système métrique décimal à la Révolution, non pas l'égalité mais une discrimination accrue dans le domaine de l'Industrie et aussi dans le registre militaire. Il y a aujourd'hui des pays qui savent usiner au millimètre près, d'autres au micron près. On croyait, jusqu'aux années 80, que cette hyper précision concernait surtout la physique fondamentale et l'électronique.

La biotechnologie, qui s'est développée depuis, repose elle aussi sur une instrumentation de plus en plus lourde et l'ensemble encore mal défini des «nanotechnologies» promet d'être le couronnement de cette ségrégation par le coût de l'instrumentation. Comme les inventions qui en résultent sont en plus brevetées à l'échelle mondiale la loi vient appuyer la règle du «Winner takes all»³⁸⁸ et tout concourt donc à placer les techniques sous l'emprise des multinationales et/ou des industries de l'armement des pays développés. Ces entreprises n'ont besoin que d'un nombre réduit de spécialistes. Un public averti ne peut que les gêner. C'est pourquoi il semble nécessaire de constater, qu'en abandonnant l'enseignement de la métrologie, l'école joue leur jeu. L'enseignement d'une culture métrologique à l'école (ou son abandon) est autant une question sociale qu'une question de développement scientifique.

Conclusion : La mesure comme produit du jeu social

Toutes les observations précédentes amènent inévitablement à relativiser le Système Métrique, devenu International en 1875 avec la signature de la Convention du mètre. Sans doute, quiconque partage des sentiments humanistes ne peut rester insensible à l'élan généreux que représente la volonté de construire une référence commune, valable pour tous les hommes de tous les temps et sur toute la planète. Mais il faut aussi regarder la mesure comme elle est, façonnée par les forces sociales, en constante évolution.

Les transformations récentes, fondamentales, qu'ont imprimées les scientifiques au Système International montrent à l'évidence que cette évolution n'est pas terminée. Après que la vitesse de la lumière ait été déclarée constante, on peut imaginer, pourquoi s'arrêter en chemin, que la constante de Planck le soit aussi et qu'ainsi l'énergie (et la masse $E=MC^2$) soient définies à leur tour par rapport à l'étalon de temps.

On observe aussi l'apparition continuelle de nouvelles unités, telles que le Byte, non décimal, avec ses multiples non décimaux, le Mégabyte et le Gigabyte, là où se développent de nouvelles activités. Loin de moi l'idée de contester la légitimité du Système International. Le

³⁸⁸ qu'on pourrait traduire par "le gagnant (celui qui a le brevet) ramasse toute la mise"

seul fait qu'il ait fait l'objet d'un traité, auquel quasiment tous les pays du monde se sont ralliés, y compris les Anglo-saxons, qui continuent néanmoins à pratiquer leurs anciennes mesures, suffit à l'établir dans sa légitimité, d'autant que son actualisation fait partie de cette convention, et est effectivement gérée par le BIPM.

Les sept unités fondamentales du SI sont importantes, soit, mais, depuis les quelques milliers d'années que la mesure existe, ce ne sont pas sept, mais des **dizaines de milliers** d'unités de mesure qui sont nées, ont vécu et sont mortes dans l'abandon.

Il est important d'essayer de comprendre le comment et le pourquoi de cette évolution, en la replaçant dans le champ des systèmes vivants. C'est, avant de poser une question normative « Est-ce que tel système est meilleur que tel autre », en poser une autre « comment ça marche, l'évolution des systèmes de mesure »

A cet égard la référence qui me semble la plus pertinente est celle de l'ouvrage de Johann Huizinga « *Homo ludens* ». L'auteur, un philosophe hollandais, est relativement peu cité. Il semble que c'est seulement maintenant, au début du XXI^e siècle, que le développement des approches cognitives dans les sciences de l'homme révèle l'ampleur et la richesse de son travail.

Son oeuvre principale, *Homo Ludens*, a comme sous titre « *Essai sur la fonction sociale du jeu* » et date de 1938. Pour simplifier, la thèse qu'il défend est que tout est jeu. Aussi faut-il se défaire de l'idée usuelle qu'il y a le jeu d'un côté, le sérieux de l'autre comme s'il y avait d'une part la fiction, d'autre part la réalité. D'ailleurs, la réalité ne vient-elle pas à la conscience par l'évocation de la fiction qui lui est attribuée ? Assumer le jeu, n'est-ce pas alors accepter cette part de rêve qui nous élève au-dessus de la platitude ?

C'est aussi regarder d'un point de vue nouveau les fondements de la connaissance. Lorsqu'un système neuronal « reconnaît » une chose comme existante, c'est parce qu'il l'a visitée et revisitée dans une configuration **voisine mais jamais identique** à celle où il l'avait vue pour la première fois. De même, les « parties » d'un jeu s'inscrivent dans le temps. Elles se ressemblent, mais sont toutes différentes. Le jeu est donc plus qu'une métaphore de la connaissance, il est la projection dans le social de ce qu'est la connaissance au niveau individuel. En cela, il est le déterminant du sujet. Il n'y a pas de « sujet collectif » sans jeu. On peut même dire que le jeu est le mode d'existence du sujet collectif, en précisant bien toutefois que les règles ne sont pas toutes explicites. En fait, les pratiques deviennent des

habitudes, les habitudes des règles implicites et, lorsqu'une infraction à une de ces règles non-dites se présente, celle-ci devient visible, et même explicite dans la mesure où se fait sentir le besoin de la divulguer.

Le mot «jeu» lui-même montre l'ampleur du concept par la diversité des sens qui lui sont attribués : le jeu d'un enfant, mais aussi celui d'un musicien ou d'un acteur et aussi les jeux olympiques ou, en mécanique, le jeu d'un ajustage. L'intérêt d'*Homo ludens*, c'est la démonstration que les règles du jeu (ici la mesure) sont le produit d'un processus et par la suite canalisent un processus, celui du déroulement du jeu.

Huizinga écrit :

« Tout jeu a ses règles. Elles déterminent ce qui aura force de loi dans le cadre du monde temporaire tracé par le jeu. Les règles d'un jeu sont absolument impérieuses et indiscutables. Paul Valéry l'a dit un jour en passant, et c'est une idée d'une portée peu commune : au point de vue des règles d'un jeu, aucun scepticisme n'est possible. Car le principe qui les détermine est inébranlable. Aussitôt que les règles sont violées, l'univers du jeu s'écroule. Il n'y a plus de jeu. »

« Dans les limites du terrain de jeu, règne un ordre spécifique et absolu. Et voici un nouveau trait, plus positif encore, du jeu : il crée de l'ordre, il est ordre. Il réalise, dans l'imperfection du monde et la confusion de la vie, une perfection temporaire et limitée. »

« Même dans l'univers du grand sérieux, les faux joueurs, les hypocrites et les imposteurs ont toujours eu plus de chance que les briseurs de jeu, les apostats, les hérétiques, les réformateurs et ceux qui sont prisonniers de leur conscience. »

« À moins que, selon le cas fréquent, ces derniers ne fondent à leur tour une nouvelle communauté pourvue d'une nouvelle règle propre. Le réprouvé précisément, le révolutionnaire, l'homme des sociétés secrètes, l'hérétique sont extraordinairement forts pour former des groupes et, au surplus, presque toujours marqués d'un caractère fortement ludique. »

« La communauté joueuse accuse une tendance à la permanence, même une fois le jeu terminé [...] Le sentiment de vivre ensemble dans l'exception, de partager ensemble une chose importante, de se séparer ensemble des autres et de se soustraire aux normes générales, exerce sa séduction au-delà de la durée du seul jeu. »³⁸⁹

Huizinga effleure ici la question de l'innovation. Celle-ci serait le fait d'un groupuscule hérétique d'hommes qui sont « prisonniers de leur conscience » (on ne sait si, pour lui, c'est un éloge ou une mansuétude), lequel se pose comme instituant³⁹⁰ ... de nouvelles règles, en

³⁸⁹ Johan Huizinga *Homo ludens*. Ed. Gallimard, Paris, 1951, pp 31 à 33.

³⁹⁰ J'utilise ici le vocabulaire de l'analyse institutionnelle, bien que celle-ci, née dans les années 60 soit très postérieure au travail de Huizinga.

rupture avec celles de l'institué. Le plus souvent, ce mouvement de rupture avec le passé cherche à se relier à des fondements plus anciens, que l'institué aurait oubliés ou trahis. Le «sentiment de vivre ensemble dans l'exception» et plus près de vérités fondamentales donne alors le ciment de la cohésion nécessaire pour que l'instituant se perpétue.

Albéroni³⁹¹ a désigné par «état naissant» ces périodes de fluidité où les anciennes règles sont déjà abandonnées alors que les nouvelles ne sont pas encore cristallisées. Il compare, à juste titre, cet état à un état amoureux. La nuit du 4 Août comme dans certains passages des cahiers de doléances sont des signes de cet état naissant. Cet état est aussi celui du «Temps des fondations» dont parle Eliade³⁹², fondations... d'une nouvelle institution. Ce temps possède un attrait irrésistible. C'est pourquoi il fait l'objet de commémorations, qui ne le font pas revivre pour autant.

J'ai participé et même suscité quelques-uns de ces moments d'exception où des individus se libèrent du confinement où ils étaient enfermés. Je peux témoigner que ce sont là des mesures intérieures qui restent présentes tout le long d'une vie.

Le jeu et l'éducation entretiennent un rapport étroit, qui se manifeste aussi dans le monde animal. Le jeune chat, le jeune dauphin, le jeune primate, tous apprennent leur métier d'adulte en jouant. Seule une petite partie de l'espèce humaine, où sévit encore une pédagogie compassée et dépassée, aurait tendance, contre toute évidence, à renier la fonction pédagogique du jeu.

Dans tous les cas où la présence de la métrologie à l'école est repérable, après la Révolution française, sous Charlemagne et chez les Mésopotamiens notamment, c'était avec l'intention de consolider et de perpétuer des règles et de faciliter leur usage dans un espace d'échanges. Le rapport avec le commerce et la vie quotidienne restaient toujours présents et seule l'école pouvait opérer une diffusion assez large.

L'univers du XXI^e siècle, avec les mesures de pointe d'un côté et la désinformation marchande de l'autre, pose le problème scolaire autrement. Apprendre les unités ne semble pas suffire. La distinction entre le mesurable et le non-mesurable n'est que le premier pas. Derrière, se trouve tout le jeu social du mesurable non mesuré (les pollutions..), du mesuré

³⁹¹ In *Genesis*, 1994, op. cit.

³⁹² Mircea Eliade, *Le temps de l'éternel retour*, Gallimard, date

non divulgué (les toxicités..), des mesures manipulées (sondages...) etc... Aussi il semblerait qu'à notre époque, il ne suffit plus d'apprendre les règles, il faut aussi apprendre les règles qui servent à faire les règles qui, de tout temps, ont engendré la métrologie.

Ici, la place de la mesure est résolument dans l'univers du jeu, comme faisant partie des règles. L'habitude est de penser les règles comme préexistantes au jeu, cependant je m'interroge sur la genèse de ces règles, qui sont une sorte de « cristallisation de la pratique du jeu ». La mesure est le résultat d'un processus social d'établissement de la règle, elle est le produit d'un mouvement.

Dès lors, les questions se simplifient : dans quels lieux de la société se produisent ces mouvements originels (par exemple les marchés ou encore les conflits...) et qui ont chacun leur ancrage, leur style. Les questions suivantes sont-elles une fois que la mesure est établie, qu'est-ce que ça change ? Est-ce que les règles s'érodent avec le temps ? Où, dans la société, sont-elles vraiment pratiquées ?

Ce qui a été décrit dans la présente analyse de la « profondeur historique » de la métrologie est un ensemble de faits illustrant différents aspects de cette dynamique de construction et d'effritement des règles. On peut y constater que c'est la pratique qui cristallise les règles. Pour le dire autrement, toute règle est issue de la répétition d'une pratique. Il est possible d'expliquer en effet la diversité des pratiques métrologiques et leur évolution à travers le temps et l'espace en se référant aux pratiques vivantes qu'elles codifient, dès la naissance de la métrologie. Une bonne partie de ces pratiques sont issues à l'origine du développement de l'agriculture et du commerce en Mésopotamie. Mais l'établissement de règles générales, voire universelles, se trouve progressivement grignoté par le foisonnement des pratiques locales et particulières qui secrètent chacune, leurs unités de mesure et leurs procédures de référence. Même les scientifiques n'échappent pas à cette loi. Ils ne manquent pas, quand cela leur est utile, de créer de nouvelles mesures sans rapport avec le Système International d'unités, bien que celui-ci soit, à l'origine, le fruit de leur travail et l'expression de leur rationalité se substituant au chaos métrologique des systèmes marchands.

La pratique engendre une demande sociale de codification. Cette demande exprime en général deux besoins- celui de simplifier la vie aux acteurs, qui s'empêchent dans la complexité des définitions et des conversions, et celui de diminuer, sinon d'éliminer, les occasions de fraude, d'abus et de manipulations. La demande d'unifier les mesures, qui apparaît 246 fois au moins à travers les cahiers de doléances de la Révolution française, le dit explicitement. Il s'agissait,

pour la population, des mesures pratiquées sur les marchés et de celles qui servaient à lever les impôts. La référence à la Science lui était étrangère. Elle fut rajoutée par les intellectuels engagés de l'époque, pour lesquels ce fut l'occasion d'une prise de pouvoir idéologique, affirmant un scientisme universaliste, valable pour toute la planète, effaçant d'autorité les particularismes du «chaos» antérieur.

Il arrive que cette demande sociale, même non exprimée, soit prise en charge par le souverain, lequel y trouve une occasion de se mettre en prise directe avec la population en court-circuitant les corps intermédiaires. L'histoire en montre des exemples : Henri II en 1557 et Philippe le long en 1321, qui aboutit à un échec dû, précisément, à l'obstruction des corps intermédiaires aux Etats généraux, et celui plus ancien de Charlemagne, qui réussit au point que la référence carolingienne était encore présente à la Révolution, exactement mille ans plus tard, puisque son premier capitulaire sur le sujet date de 789.

Le jeu social semble lui-même régi par des règles plus profondes, implicites, dont le pouvoir ne se fait sentir qu'à l'occasion de la rupture du pacte qu'elles représentent. Ainsi, depuis les Gaulois et les Francs, la source ultime de la légitimité se trouve dans l'Assemblée du peuple, réunie au Champ de Mars. Celle-ci a même le pouvoir de destituer les rois, ce qu'elle fait à plusieurs reprises. Seule cette assemblée, devenue Etats généraux, peut octroyer au souverain le droit de lever de nouveaux impôts. La rupture de ce pacte implicite, dont l'origine millénaire reste imprécise, se fait sous Louis XIII, en 1614. Cela n'eut pas de conséquence immédiate sur le pouvoir royal. Louis XIV a même poussé la mise en scène de l'absolutisme jusqu'à la transformer en grand spectacle. Mais, 175 ans plus tard, la légitimité des Etats Généraux remonte de la mémoire collective et vient réclamer son dû. La royauté paye alors de sa vie, de son existence même, d'avoir rompu le pacte.

La métrologie vient de très loin, elle apparaît avec les transformations sociales du Néolithique et liée à la production de surplus et au développement des échanges économiques. L'intensification des échanges est peut-être une cause de la transformation des villages vivant en quasi-autarcie en une organisation urbaine où les relations sont plus complexes. La relation dans les villages est, comme dans toute société orale, une relation de proximité. Quand il y a transaction, elle se fait de la «main à la main». L'écriture n'est pas encore nécessaire, l'école et la mesure non plus. Seuls des éléments précurseurs de la mesure seraient présents dans cette relation. Lorsque les surplus de production deviennent importants, des places de marché s'organisent et avec des pratiques de la relation d'échange. Cette relation est par nature équilibrée car consensuelle. Elle engendre naturellement ses règles du jeu.

Dans les villages, chaque membre du groupe a un statut reconnu de tous. Certes le chef ou le sorcier ont une certaine autorité, mais personne n'est esclave. Cette relation entre sujets autonomes est au cœur de l'échange, sans effacer pour autant les divers jeux de persuasion possibles de part et d'autre.

C'est vraisemblablement pour faciliter les échanges qu'ont alors été créés les outils métrologiques. Ne pas redéfinir indéfiniment la valeur conventionnelle des choses qu'ils ont l'habitude de négocier était pour les Mésopotamiens de cette époque (et pour nous qui fonctionnons sur un même modèle) un gain de temps bien nécessaire. Cela permettait de se mettre d'accord sur le fait qu'un contenant, une mesure de telle denrée représente tel ou tel autre objet, poids de métal, journée de travail, quantité d'huile, pièce de tissu et que, réciproquement, tel poids de métal va permettre d'acquérir tel objet, etc. Ces combinaisons permettent des échanges à l'infini. C'est à partir de choix sociaux qu'une chose ou une de ses parties, un certain poids, une certaine longueur vaut autre chose, que se construit un système métrologique cohérent. Autrement dit, un ensemble de personnes ou de groupes définissent ensemble la valeur conventionnelle de certains objets. Par un processus de négociation, ils se mettent d'accord et s'engagent à respecter les choix métrologiques qu'ils ont fait. Le système métrologique adopté³⁹³ est garant de la qualité de la relation d'échange dans l'espace commun. C'est en respectant le pacte métrologique que le commerce et les échanges sont possibles. La métrologie peut alors être considérée comme un jeu où la relation est beaucoup plus importante que la chose échangée. Une règle du jeu des relations d'échanges est autant si ce n'est plus un outil de quantification et de définition de la chose matérielle échangée, qu'un gage de reconnaissance mutuelle entre personnes et groupes. Si chacun est d'accord que tel objet vaut tant le temps gagné par cet accord préalable peut être utilisé à multiplier les relations de confiance et de persuasion qui sont, elles, les vrais enjeux de l'échange. Autrement dit l'intérêt de l'échange serait plus encore dans la relation que dans la matérialité du produit échangé. Et à l'origine, sur les grandes routes commerciales, ce n'est pas tant des matières de première nécessité qui circulent mais surtout des produits de luxe, soieries, pierres précieuses et parfums. Les rois s'envoient mutuellement de somptueux cadeaux en signe de reconnaissance³⁹⁴.

³⁹³ on adopte toujours un système de mesure.

³⁹⁴ Les animaux se font aussi des offrandes en signe d'amitié ou de réconciliation.

Insister sur le fait que la métrologie est une base d'essence ludique sur laquelle se construisent des relations de confiance et des processus de reconnaissance et de respect mutuel est considéré comme une sorte de retour aux sources.

« On peut nier presque toutes les entités abstraites : justice, beauté, vérité, esprit, Dieu. On peut nier le sérieux. Le jeu point.

Mais reconnaître le jeu, qu'on le veuille ou non, c'est reconnaître l'esprit. Car quel que soit le jeu, son essence n'est pas matière. Déjà dans le monde animal il dépasse les frontières de la vie physique. Du point de vue d'une conception déterministe d'un monde régi par de simples influences de force, il est au plein sens du terme *superabundans*, superflu. Seul le souffle de l'esprit qui élimine le déterminisme absolu, rend la présence du jeu possible, concevable, compréhensible. L'existence du jeu affirme de façon permanente, et au sens le plus élevé, le caractère superlogique de notre situation dans le cosmos. Les animaux peuvent jouer : ils sont donc plus que des mécanismes. Nous jouons et nous sommes conscients de jouer : nous sommes donc plus que des êtres raisonnables, car le jeu est irrationnel. »³⁹⁵

³⁹⁵ Huizinga J. *Homo Ludens. Opus cit.*, p.19-20

PERCEPTIONS CONTEMPORAINES DE LA MÉTROLOGIE

Le pouvoir de la science

L'évolution du système métrologique, devenu SI (Système International), a été confiée aux bons soins des scientifiques. C'est en cela que la Révolution française a été le grand tournant de l'histoire de la mesure — celle-ci a quitté l'univers marchand où elle baignait depuis plusieurs millénaires pour être placée sous la tutelle de la Science. Les scientifiques l'ont fait évoluer selon leurs besoins, c'est-à-dire vers une précision de plus en plus grande, notamment en ce qui concerne le Temps, pour lequel ils approchent les 10^{-15} secondes (femto-seconde). C'est l'échelle de temps des réactions chimiques, d'où la constitution, pendant les années 90, d'une nouvelle discipline, la femtochimie, et aussi l'essor des travaux sur la décohérence, qui paraissent devoir surmonter l'ancienne incompatibilité entre la relativité et la mécanique ondulatoire. Pour la mesure des longueurs, ils ont, entraînés par ce progrès dans la mesure du temps, abandonné le méridien pour prendre comme étalon d'abord une raie spectrale du krypton, puis la vitesse de la lumière dans le vide, laquelle n'est pas d'un accès facile pour le commun des mortels. Il s'agit là, non pas d'un changement d'unité, mais d'un changement de système, et même de conception de la physique, puisque la vitesse de la lumière est fixée comme constante universelle, supposée par définition invariable dans le temps et l'espace. Le public ne s'en est pas ému, car rien n'était changé dans sa vie quotidienne, et les discussions de mise au point, très techniques, sont restées limitées à d'étroits cénacles.

Néanmoins, simultanément, l'activité économique et sociale continuait d'engendrer de nouvelles pratiques de mesure et de nouvelles unités, telles que la DBO³⁹⁶ ou le sievert.³⁹⁷ Les scientifiques eux-mêmes, quand ils y trouvent leur avantage, n'hésitent pas à utiliser d'autres unités que celles du système international — les astrophysiciens, par exemple, préfèrent parler en années-lumière ou en parsec (la distance d'où l'on voit le système solaire sous la parallaxe d'une seconde d'arc), lesquelles ne sont aucunement des multiples décimaux du mètre étalon.

Pour l'informatique et les télécommunications, l'élaboration de la théorie de l'information³⁹⁸ par les mathématiciens imposait une unité naturelle — le «Bit», quantité d'information

³⁹⁶ DBO Demande biologique en oxygène.

³⁹⁷ Sievert : unité légale d'équivalent de dose qui permet de rendre compte de l'effet biologique produit par une dose absorbée donnée (symbole SV). L'équivalent de dose n'est pas une quantité physique mesurable.

³⁹⁸ Léon Brillouin. *La Science et la théorie de l'information* — Ed. Masson 1959, Ed. Jacques Gabay, 1988.

élémentaire. Le bit s'exprime par 0 ou 1, oui ou non, vrai ou faux dans un cas l'impulsion électrique passe dans l'autre elle ne passe pas. Le bit est la brique élémentaire à partir de laquelle peut être construite la représentation en machine de l'univers des informations. À cet effet, il a fallu décliner des groupements de plusieurs bits pour "coder", c'est-à-dire définir des normes de représentation de l'information. C'est là que se sont exprimés les rapports d'influence entre les opérateurs. Le 7 avril 1963, la société IBM lance la gamme des «360» et, simultanément, le codage de l'information par «octets», c'est-à-dire des groupes de huit bits, soit $2^8 = 256$ états différents. Avec ces 256 combinaisons, il est possible de représenter l'alphabet, les majuscules, les signes de ponctuation, les nombres et quelques signes supplémentaires des langues européennes, tels que le umlaut allemand ou le point d'interrogation inversé espagnol. Dans les années 60, époque où IBM domine le marché mondial de l'informatique, l'octet s'impose en effet comme norme internationale. On lui donne le nom de «Byte». Cela n'empêche pas les Français de se distinguer dans les années 70 lors de la mise en place du minitel, en choisissant une base cinq pour la norme dite «Alpha mosaïque», avec laquelle ils espéraient, jusqu'à l'avènement d'Internet, conquérir un marché mondial. Dès le début des années 90, les négociations de l'ISO³⁹⁹ aboutissent à une orientation opposée pour coder tous les alphabets du monde, y compris les alphabets orientaux, notamment les idéogrammes chinois et japonais, on choisit un codage sur deux octets. L'Unicode, maintenant utilisé par les micro-ordinateurs du monde entier et véhiculé par Internet, soit 32 768 possibilités, dont une vingtaine de milliers réservés aux «Kanji», malgré les protestations de quelques lettrés japonais qui y voient une amputation intolérable de leur richesse culturelle. Très vite, les informaticiens utilisent le kilo-octet représentant 2^{10} octets, soit 1024 octets, proche des capacités de stockage des premiers ordinateurs. Aujourd'hui, on parle de Méga octets (1024 Ko), ou plus encore de Giga octets (1024 Mo). La mesure informatique est à base 2 (et non en base 10), et ses multiples ont une progression exponentielle, non pas décimale, mais en base 2^{10} . Il est important de le souligner, car la confusion est souvent faite entre 10^3 (1000) et 2^{10} (1024). Cet exemple montre comment, de nos jours comme par le passé, à partir d'un besoin social, ici le développement de l'informatique et des télécommunications, une nouvelle mesure naît de la pratique (imposée par les entreprises dominantes) et devient *ensuite* une norme (et non le contraire). À travers le temps, en effet, la culture métrologique naît de la pratique. Le système métrique décimal semble être une exception à cela en ce sens qu'il est issu des pratiques des scientifiques et non des pratiques sociales (en majorité marchandes) de la mesure.

³⁹⁹ International Standard Organization, instance internationale suprême de normalisation.

La métrologie vue par le public

Que peut bien vouloir dire le mot métrologie pour le public ? Afin de d'apporter une réponse à cette question une double enquête a été réalisée dans deux lieux différents.

- En juin 2001 au Conservatoire des Arts et Métiers, lors d'un Forum d'information du CNAM qui a lieu chaque année. Ce forum permet aux auditeurs et aux étudiants de se renseigner sur les formations dispensées au Conservatoire des Arts et Métiers pendant l'année universitaire suivante et de prendre contact avec les enseignants.
- En novembre 2001, au Salon de l'Education 2001 à Paris. Le Salon de l'Education a lieu chaque année en automne à Paris

Enquête au Forum du CNAM en juin 2001

Après avoir obtenu l'autorisation du responsable de l'organisation du Forum de réaliser cette enquête, j'ai demandé à 77 personnes de bien vouloir répondre au questionnaire.

Présentation et résultats de l'enquête

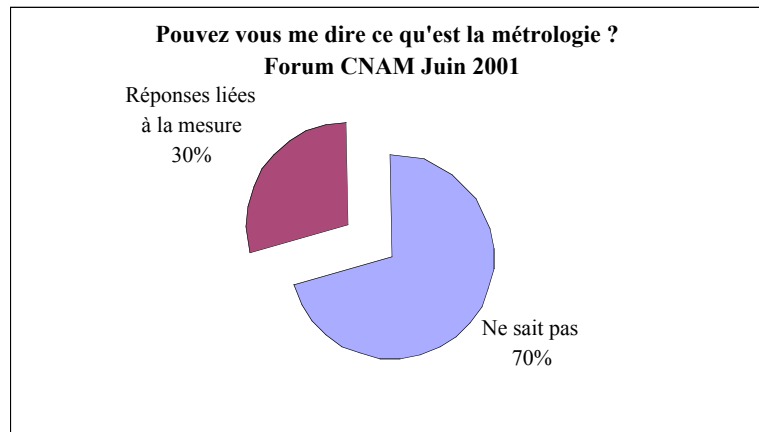
Première question : Pouvez vous me dire ce qu'est la métrologie ?

Réponses

Aucune idée	11
non	14
Je ne sais pas	16
réponses liées à la mesure	23
Autres	13
Total	77

Les réponses à "Autres" sont :

Le nom d'une société ?	1
ça n'a rien à voir avec le temps ?	1
Je ne sais pas. C'est la météo ?	1
L'étude de la météo	1
L'étude de la distance ?	1
Métro ? Ça vient de métro ?	1
L'étude du temps (climat)	2
C'est l'étude des rythmes	5



Graphe 1 : Pouvez-vous me dire ce qu'est la métrologie ? - Résultats d'enquête - Forum du CNAM 2001

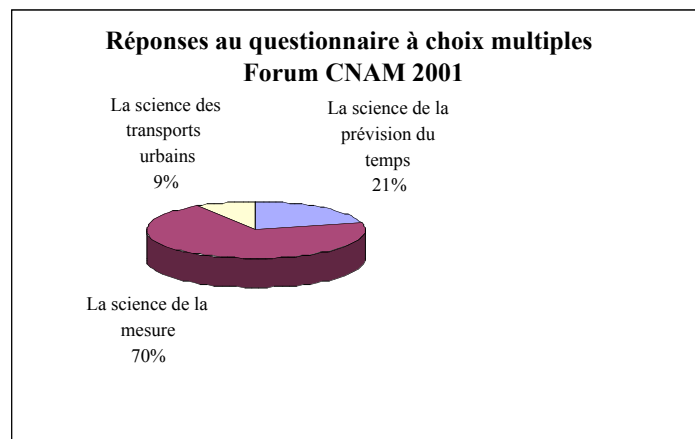
Réponses à la deuxième question

La deuxième question est sous forme de questionnaire à choix multiples. Les personnes ont le choix de répondre à la question « **Pour vous la métrologie est** »

- 1- La science de la prévision du temps
- 2- La science de la mesure
- 3- La science des transports urbains ?

Réponses

La science de la prévision du temps	16	21%
La science de la mesure	54	70%
La science des transports urbains	7	9%
Total	77	100%



Graphe 2 : Réponses au QCM - Forum du CNAM 2001

Remarque : j'insiste, lorsque les personnes me disent que la métrologie est la science des transports urbains, en leur demandant : Vous êtes bien sûre ? Là souvent les personnes se rendent compte, souvent par déduction, que la métrologie est la science de la mesure.

Autres éléments de l'enquête

Les âges des personnes interrogées au CNAM

Entre 20 et 25 ans	15
Entre 26 et 30 ans	23
Entre 31 et 35 ans	15
Entre 36 et 40 ans	11
plus de 40 ans	13
Total	77

Le niveau scolaire des personnes qui ne savent pas spontanément ce qu'est la métrologie sont :

Avant Bac	2
Bac	14
Bac + 2	17
Bac + 3	7
Bac + 4	6
Bac + 5	5
DESS	3
Total	54

Les personnes interrogées qui ne savent pas spontanément répondre à la première question disent être des domaines suivants :

Gestion	4
Pilote d'hélicoptère	1
Bijouterie	1
Électronique	1
Bâtiment	1
Santé	2
Optique	1
Vente/ commerce	5
Économie	2

Informatique	3
Énergétique	1
Science économie	1
Économétrie	1
Comptabilité	5
Économie / finance	2
Histoire	2
Maths	1
Artisan	2
Ressources et sciences humaines	4
Lettres	2
Sciences de la vie	2
Formation	7
Agroalimentaire	2
Chimie	1
Total	54

Les personnes qui savent spontanément que la métrologie est la science de la mesure sont issues des domaines suivants :

Ingénieur électronique	4
Chimie	2
Mécanique des fluides	3
Commerce international	2
Enseignant	1
Comptabilité	1
Électrotechnique	1
Carrossier	1
Ingénieur	4
Géomètre topographe	2
Marketing/ vente	1
Informatique	1
Total	23

Résultat de l'enquête au Salon de l'Education 2001

Présentation et résultats de l'enquête

Afin d'avoir des données comparables, le même questionnaire que celui utilisé au CNAM est utilisé au Salon de l'Education en novembre 2001. J'insiste tout autant lorsque les personnes me disent que la métrologie est la science des transports urbains.

91 personnes ont accepté de répondre au questionnaire dont des enfants, des adolescents et des adultes, des élèves de classes primaires, de collèges et lycées, des enseignants et des parents d'élèves.

Première question : Pouvez-vous me dire ce qu'est la métrologie ?

Je ne sais pas	80
La science de la mesure	11
Total	91

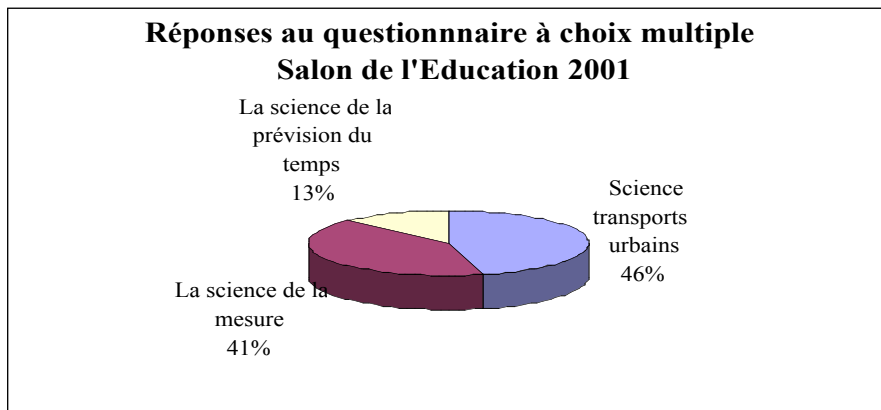


Graph 3 : Pouvez-vous me dire ce qu'est la métrologie ? - Résultats d'enquête - Salon de l'Education 2001

Deuxième question

Réponses

Science transports urbains	42
La science de la mesure	37
La science de la prévision du temps	12
Total	91



Graphe 4 : Réponses au QCM - Salon de l'Education 2001

Les âges des personnes interrogées au Salon de l'Education

Moins de 13 ⁴⁰⁰ ans	1
Entre 13 et 16 ans	21
Entre 17 et 20 ans	37
Entre 21 et 25 ans	15
Entre 26 et 30 ans	7
plus de 30 ans	10
Total	91

Les personnes interrogées qui ne savent pas répondre spontanément à la première question sont :

CM2	1
Cinquième	3
Quatrième	1
Troisième	11
Seconde	2
Première	6
Terminale	31
DEUG	6
BEP	2
BTS	5
Licence maîtrise	6
Enseignants	2
Autres	5
Total	81

⁴⁰⁰ Le jeune homme avait 11 ans et savait parfaitement ce qu'était la métrologie

Les personnes qui savent spontanément que la métrologie est la science de la mesure sont :

CM2	1
Enseignants	6
Terminale	2
Troisième	2
Total	11

Conclusion de l'enquête

Cette enquête avait pour objectif de montrer, depuis deux lieux différents, la place de la métrologie pour quelques 168 personnes interrogées. 70 % des personnes au CNAM et 88 % au Salon de l'Education ne savent pas répondre spontanément à la question "Pouvez vous me dire ce qu'est pour vous la métrologie ?"

Au CNAM, le questionnaire à choix multiples inverse la tendance et 70 % des personnes, souvent par déduction, répondent que la métrologie est la science de la mesure. Alors que les réponses à ce même questionnaire à choix multiples au Salon de l'Education donnent un pourcentage bien moindre. Seulement 41 % des personnes reviennent sur leur réponse première.

La place de la déduction entre largement dans les résultats entre la première question et le questionnaire à choix multiples : 26 personnes au Salon de l'Education disent avoir utilisé la déduction pour répondre correctement que la métrologie est la science de la mesure.

Remarque : à l'occasion de cette double enquête, les personnes qui ne savaient pas ce qu'était la métrologie furent ravies de l'apprendre.

Quelle est la place de la métrologie dans l'enseignement de base et la formation ?

Afin de répondre au mieux à cette question, en mai 2002, je suis allée vérifier cette place de la métrologie dans des manuels scolaires récents et des catalogues de formation.

Les manuels scolaires

Je constate

- une absence de trace d’histoire de la mesure dans les manuels de l’école primaire
- *aucune* trace de l’existence du système international d’unités (SI) alors que tous les ouvrages récents sont actualisés en euros⁴⁰¹, (lequel n’est en vigueur dans le public que depuis janvier 2002). « *On parle de système métrique. Le système métrique est un système décimal* »⁴⁰².
- dans certains ouvrages, au chapitre « Les mesures de masse », il est enseigné que l’unité de mesure de base est le gramme (g)
- des affirmations notoirement fausses comme celle-ci : « *Le système métrique est actuellement utilisé dans tous les pays du monde*⁴⁰³. *Auparavant chaque pays avait ses propres unités.* »⁴⁰⁴.
- certains manuels abordent les mesures de longueur sans noter nulle part que le mètre est l’unité de base mais proposent par ailleurs aux élèves des exercices de conversions de mètres en multiples ou sous-multiples.

Les programmes scolaires

- Je suis allée rencontrer des personnes au Centre national d’enseignement à distance (CNED) et j’ai consulté avec eux les catalogues des formations à distance proposées par l’Education nationale. Nous n’avons trouvé nulle part de formation à la métrologie et aucune entrée « métrologie » dans le répertoire des formations mis en ligne.
- À la bibliothèque de l’éducation située à Mabillon à Paris, j’ai demandé quelle était la place de la métrologie dans les ouvrages pédagogiques mis à la disposition des enseignants. Après vérification : aucun ouvrage ne comporte le mot “métrologie” ni dans le titre, ni dans les résumés des manuels du catalogue.
- Par contre sur le site de Centre national de documentation pédagogique (CNDP) il existe plus de 400 entrées avec le mot-clé « métrologie ».

Recueil et analyse des entretiens

Les enseignants

Démarche suivie

Pour approcher l’idée qu’ont les enseignants de la mesure et la métrologie, j’ai demandé à des enseignants comment ils percevaient et pratiquaient dans les enseignements scolaires. Les enseignants sont interviewés dans leur cadre professionnel. Les entretiens sont réalisés dans

401 *Pour comprendre les mathématiques*. Cycle 3. CE2. Hachette Education, Paris, 2002. 160 P.

402 Carnet de jour, Carnet du soir. Mathématiques – Toutes les références de l’école en mathématiques. Ed. Magnard, 1994, p. 46

403 c’est aller un peu vite que d’affirmer que *tous* les pays du monde utilisent le système métrique (ou SI)□

404 *Pour comprendre les mathématiques*. Cycle d’approfondissement. CM2. Ed. Hachette Education, 1997, pp. 34-35.

les établissements scolaires pendant le temps d'activité. L'anonymat de chaque interviewé est respecté. Les enseignants sont ici considérés comme des témoins qui s'expriment sur la place de la mesure dans l'enseignement secondaire. Je sollicite leur avis sur la question de l'enseignement de la mesure et leur demande de s'exprimer librement et de proposer, s'ils le désirent, des solutions permettant d'améliorer cet enseignement.

Il m'a semblé nécessaire d'interviewer à la fois des enseignants de l'école publique c'est-à-dire ici, un lycée polyvalent classique et un lycée professionnel, mais aussi un établissement scolaire privé. La scission administrative et organisationnelle étant réelle, les expressions d'une même chose sont considérées à priori comme éventuellement différentes suivant le lieu d'où l'on parle.

J'ai aussi choisi d'interviewer des enseignants de disciplines diverses et non pas uniquement des enseignants de mathématiques ou de physique. Ceci est motivé par le fait que la métrologie est vue ici comme une discipline transversale et donc liée d'une manière ou d'une autre à toutes les disciplines enseignées.

Méthode et partenariat

Un réel partenariat est sollicité auprès des établissements et des enseignants. Le responsable de l'établissement, directeur ou proviseur, contacté par téléphone, accepte (ou pas) le principe d'une collaboration à une étude sur la mesure, le système métrique décimal et le système international d'unités. À l'issue de ce premier contact téléphonique, un courrier de remerciement est envoyé. Il confirme l'heure et le lieu du rendez-vous préalablement fixé par téléphone. Une première rencontre permet une présentation verbale de la recherche en cours et la mise au point des modalités d'intervention.

À la suite de cette rencontre, le responsable d'établissement provoque une réunion à laquelle il convie les enseignants volontaires qui s'intéressent à cette recherche.

Les personnes qui ont participé à ce recueil de données sont :

Monsieur G.B., professeur en sciences économiques et sociales - classes de première et de terminale □ Monsieur R., professeur de mathématiques - classes de seconde, première et terminale □ Madame N.G., professeur d'histoire et géographie - classes de seconde, première et terminale □ Monsieur M.T, directeur de l'établissement, professeur d'anglais □ Madame M.C.S., professeur de mathématiques - classes de seconde, première et terminale □ Madame A.J., professeur de physique - classes de première et terminale □ Messieurs F.C et M.R,

professeurs de sciences et de mathématiques - classes de CAP, BEP, Bac professionnel (Industrie, coiffure et tertiaire) – Madame A.W. professeur de mathématiques en classe de collège.

Entretiens et transcription

Les entretiens durent une demi-heure à une heure. J'utilise une grille d'entretien comportant 6 questions. L'expression des enseignants est enregistrée sur une bande audio avec un dictaphone.

Dans les lycées, les entretiens ont été réalisés dans des salles de classe, libres à ce moment-là. À l'Institution S.J., les entretiens se sont déroulés dans le bureau du directeur de l'établissement, prêté pour l'occasion.

Je fais en sorte que les enseignants se sentent absolument libres de répondre comme bon leur semble aux questions. Il m'importe qu'ils ne se sentent pas contraints. Je présente ainsi l'entretien aux personnes interviewées : « Je pose un certain nombre de questions et les réponses vous appartiennent. Vous dites ce que vous avez envie de dire. » Pendant les entretiens, mon attitude est aussi peu directive que possible. Les personnes ne connaissent pas à l'avance ni les questions, ni leur ordre. Dans un même établissement, je demande la discrétion aux enseignants qui se sont déjà exprimés, ceci afin de ne pas influencer les réponses des autres enseignants. Je voulais saisir une expression spontanée plus qu'un discours longuement réfléchi. Ceci est un choix.

Problèmes de recueil et de transcription des données verbales

Un discours oral se trouve comme « réduit » par la transcription écrite. Toutes les expressions non-verbales sont éliminées par ce traitement. Les mouvements et les gestes, même infimes, des locuteurs sont souvent significatifs au cours d'un entretien, mais ne peuvent pas être transcrits.

Les problèmes de ponctuation

Les problèmes de ponctuation dans la retranscription d'un enregistrement sonore en enregistrement écrit et numérisé posent aussi des limites de l'interprétation subjective du transcripteur.

Cependant les transcriptions comportent un ensemble de balises qui sont :

- Trois points (...) expriment un temps d'arrêt court.

- L'indication (silence) exprime un temps d'arrêt plus long.
- L'indication (rires) exprime un moment où les personnes rient ouvertement.
- Les mots fortement énoncés sont en *italique*.
- Les initiales sont parfois utilisées pour situer qui parle.

Analyse de contenus

Pour analyser les contenus des entretiens, je reprends largement la parole des enseignants. Chaque citation est extraite d'un des huit entretiens. Les entretiens sont codés - E.01 pour le premier entretien réalisé ; E.02 pour le deuxième ; E.03 pour le troisième, jusqu'à E.08.

Les questions posées aux enseignants

- Si je vous dis « mesure » à quoi cela vous fait penser ?
- Pourquoi pensez vous encore nécessaire d'enseigner le système métrique ? (devenu système international d'unités)
- Pensez-vous les mesures « vraies » ? Cette question se décline sur deux niveaux. Le premier niveau, « Pensez-vous les mesures « vraies » ? En général, les personnes rient comme si la question était incongrue. Cependant, à la précision de deuxième niveau, c'est-à-dire : autrement dit, pensez vous les mesures scientifiquement objectives ? Les enseignants répondent tous assez longuement.
- Dans une discussion, vous avez à défendre le système métrique remis en cause, quels arguments utiliseriez-vous ?
- Pensez-vous imaginable que l'on puisse se servir un jour d'un autre système de mesure que celui que nous utilisons actuellement ?
- Quelles sont vos sources pour enseigner le système métrique et qu'en pensez-vous ?
- Septième question (Cette question est une sorte d'avenant aux questions précédentes. Elle contient ce que les personnes ont eu envie d'ajouter en dehors du contexte questions-réponses.)

Analyse du corpus d'entretiens

Je précise ici que l'analyse du corpus présenté exprime un point de vue singulier, cependant, ce point de vue se veut aussi discret que possible. J'ai cherché, non pas à affirmer un avis personnel sur l'état de la question de l'enseignement de la mesure dans l'enseignement du secondaire mais à donner la parole aux enseignants et à la respecter. J'ai cherché, plutôt qu'émettre un discours, fût-il argumenté, à montrer de façon simple et utile *une sorte d'état des lieux de la question de la métrologie dans l'enseignement exprimé par les enseignants*. Je

leur laisse volontiers *la place de témoins* car ce sont ceux les experts. Ce sont eux qui sont face aux élèves, face aux programmes et aux difficultés des élèves et face à leurs propres difficultés et à leur isolement lorsqu'il s'agit de métrologie. Ce sont enfin eux qui proposent des solutions d'amélioration.

Ces entretiens ont un double but□

1. objectiver une situation□celle de l'état de la culture métrologique dans l'enseignement secondaire
2. faire apparaître à travers les énoncés, l'existence d'un rapport entre la mesure et la connaissance et la nature de ce rapport.

Ce que montrent ces entretiens est très loin d'être exhaustif, mais je considère ces données comme de bonnes mesures. Si ici une leçon métrologique a été retenue, c'est que ce n'est qu'à partir de mesures fiables⁴⁰⁵, fussent-elles subjectives, que des décisions pourront raisonnablement être prises, comme éventuellement de reposer la question de la restauration et de l'actualisation d'un lien d'origine entre l'école pour tous et la métrologie.

Les premiers constats

Tous les enseignants utilisent la mesure quelque soit leur discipline mais peu l'enseignent car elle fait partie des "acquis" de base que les élèves devraient maîtriser lorsqu'ils entrent au collège ou au lycée. Cependant force est de constater que beaucoup des élèves n'ont souvent que des notions vagues concernant la mesure. Le système métrique décimal reste majoritairement la référence de la mesure. Il est rattaché à son origine révolutionnaire et non pas raccordé à l'ensemble métrologique actuel. La métrologie n'est pas un mot connu et les mesures sont particulièrement déconnectées de leur réalité scientifique et légale, sauf dans certains enseignements techniques.

Les difficultés des enseignants sont nombreuses face aux difficultés des élèves. Le point essentiel qui ressort de ces difficultés est que les élèves sont capables de manier des théories sans pour autant faire le lien entre la théorie et la réalité concrète. L'enseignement de la mesure reste le plus souvent une abstraction qui ne dispose pas les élèves à mettre en oeuvre un certain bon sens et quelquefois même génère des absurdités en ce qui concerne les ordres de grandeur. On voit ainsi des élèves remettent des copies où ils trouvent que deux villes

⁴⁰⁵ c'est-à-dire dans lesquelles on a confiance

seraient éloignées de quelques centimètres, un escargot aller à 100 kilomètres à l'heure ou qu'un kilogramme de pommes de terre coûterait 8000 francs !

Pour l'ensemble des enseignants qui ont pris la parole pendant les entretiens la mesure renvoie à certaines représentations subjectives et sociales de deux univers dont l'un est du domaine des symboles et l'autre celui de la rationalité. Ces deux aspects semblent complémentaires et s'articuler. D'une part, la mesure symbolique est morale : la juste mesure, liée à la modération et au respect des limites de soi et des autres et de l'autre, la mesure technico-scientifique : la métrologie.

Dans l'ensemble des enseignants sont assez insatisfaits de l'état de l'enseignement de la mesure. Ils demandent de l'aide pour mieux connaître et faire connaître la métrologie.

Les mots ont-ils le même sens pour tout le monde

À la question « Si je vous dis mesure, à quoi cela vous fait penser », les réponses sont aussi diverses que de personnes interrogées. Ces réponses se situent dans des registres fort éloignés les uns des autres, allant de la morale aux travaux de bricolage. Dès le premier entretien, un sens philosophique voire spirituel de la mesure est présent.

« La mesure, par exemple pour Aristote c'est une qualité, une qualité morale, tout le contraire des extrêmes... le juste milieu, pour moi c'est ça la mesure... »⁴⁰⁶

Cette mesure « morale et spirituelle » apparaît ensuite fréquemment au cours du déroulement des entretiens.

Par exemple

« Donner le sens de la mesure spirituelle, je suis frappé de voir comment les enfants sont attirés par le spirituel, on voit bien que les enfants, les grands à partir de la quatrième ou troisième, les enfants ne sont pas ce que l'on dit. »⁴⁰⁷

Néanmoins, à cette première question, la plupart des réponses se placent dans un registre plus concret

« Ça me fait penser au système métrique actuel, le mètre et ses unités. Après si je veux étendre la mesure, ça part aussi bien du domaine économique que je rattache à l'unité.

⁴⁰⁶ E.01

⁴⁰⁷ E.04

Pour moi finalement la mesure, c'est l'unité, donc ça peut être aussi bien le franc que des mesures de poids ou des mesures de longueur. »⁴⁰⁸

Chez certains enseignants, les deux sens du mot « mesure » sont présentés à la suite l'un de l'autre, comme s'ils étaient simultanément présents.

« La première notion de la mesure que j'ai, c'est une mesure pour moi, linéaire, mesure d'un jardin, en kilomètres sur une autoroute.

En second le sens de la mesure, l'expression « avoir le sens de la mesure ». « Tu n'as pas le sens de la mesure » Mes parents me faisaient souvent ce reproche : tu n'as aucun sens de la mesure.

On dit aussi souvent « prends tes mesures » par rapport à tel problème ou par rapport à telle prise de position... »⁴⁰⁹

Voici un autre exemple de cette complémentarité du sens de la mesure. Un enseignant s'exprime sur le sens de la mesure d'un point de vue de la morale et des limites personnelles et sociales et un autre utilise la même expression « le sens de la mesure » pour exprimer une idée liée au domaine de la métrologie.

Le sens de la mesure (1) - sens moral -

« Tu n'as pas le sens de la mesure, mes parents me faisaient souvent ce reproche, tu n'as aucun sens de la mesure. Evidemment ce n'est pas du tout le même ... c'est à dire dans ce sens là je le perçois comme ...un certain nombre de limites qu'il faut respecter soit dans les contacts sociaux, soit dans les propos que l'on tient, soit dans le comportement que nous avons, avoir le sens de la mesure ... »⁴¹⁰

Le sens de la mesure (2) - métrologie -

« j'ai l'impression que le sens de la mesure se perd, parce que malgré ce que j'ai dit, la mesure est une valeur et je dirais une valeur scientifique, une valeur d'objectivité, même si l'objectivité n'existe pas. Et nous sommes en train de perdre, du moins partiellement entrain de perdre le sens de la mesure, le besoin du sens de la mesure... et on le remplace par des approximations. »⁴¹¹

Les enseignants utilisent différentes expressions pour qualifier la mesure symbolique, subjective et morale et la mesure métrologique.

La mesure « symbolique et morale »

⁴⁰⁸ E.02

⁴⁰⁹ E.04

⁴¹⁰ E.04

⁴¹¹ E.01

Les expressions qui qualifient la mesure «Symbolique et morale» sont liées à la «Qualité morale»⁴¹², à «Quelque chose de moral et de philosophique»⁴¹³, au «Juste milieu»⁴¹⁴, au «Sens de la mesure»⁴¹⁵, à «La mesure spirituelle»⁴¹⁶. Mais aussi «La mesure [...] c'est apprendre la tolérance»⁴¹⁷.

La métrologie

Les expressions qui qualifient la métrologie font référence au «Mètre et ses unités»⁴¹⁸ «Une unité pour mesurer un champ à la campagne [...] c'est-à-dire un are, un hectare et ensuite une mesure de temps, une journée»⁴¹⁹ la «Mesure d'un jardin, en kilomètres sur une autoroute»⁴²⁰ des «Grandeurs de référence que sont les unités du système métrique soit du Système international d'unités»⁴²¹ «La longueur, la largeur, la hauteur, les kilomètres»⁴²².

Le système métrique décimal reste le système de mesure de référence

Il est nécessaire, clair, simple, universel, rationnel, pratique, précis. C'est une référence et un outil de communication.

« nécessaire ... pour des raisons de communication universelle, pour que tout le monde puisse parler la même langue quand il s'agit de mesurer une longueur »⁴²³.

« c'est un outil de référence, on peut peut-être changer l'outil de référence mais il en faut un et ... ce n'est pas de ma compétence pour savoir si le système métrique est adapté à notre époque, peut-être que d'autres outils plus performants sont en voie

⁴¹² E.01

⁴¹³ E.01

⁴¹⁴ E.01

⁴¹⁵ E.04

⁴¹⁶ E.04

⁴¹⁷ E.03

⁴¹⁸ E.02

⁴¹⁹ E.03

⁴²⁰ E.04

⁴²¹ E.07

⁴²² E.04

⁴²³ E.05

d'élaboration, mais de toute manière il en faut un simple, clair, accessible à tous, universel et compris de tous, pour le moment c'est celui que nous avons. »⁴²⁴

« c'est le système qui est devenu universel et il faut, si possible, des critères universels pour arriver à se comprendre donc, celui-là est plus ou moins passé dans les moeurs, donc pourquoi pas celui-là. Puis on pourrait invoquer l'argument de l'usage. Je ne vois pas les inconvénients que l'on pourrait objecter, on l'utilise depuis un certain nombre d'années, il a fait ses preuves si vous voulez. »⁴²⁵

« Il me semble que c'est un repère. Je dirais qu'il faudrait qu'il devienne universel, que le système métrique soit universel. C'est un repère élémentaire, si on l'enseigne pas le système métrique, il va manquer aux gens un repère dans l'espace. [...] C'est un peu ce que je vous dis, la nécessité absolue d'avoir un repère fiable, fiable dans le sens qu'il est universellement reconnu par rapport à tout un tas de domaines. Donc je ne vois pas très bien en fin de vingtième siècle comment on pourrait fonctionner sans système métrique [...] on ne peut pas faire sans le système métrique facile à manipuler et universellement reconnu ça me paraît une nécessité absolue, absolue sinon, ce serait un flou artistique déplorable ...»⁴²⁶

« Enseigner le système métrique, ça me paraît une évidence ; il est pour moi un repère, une unité de valeur. Moi qui suis professeur d'anglais, j'ai pendant de nombreuses années planché sur les pieds, les yards, les pouces, les demi-pouces, les demi-yards et les demi-pieds. Le système décimal me semblait alors beaucoup plus pratique et je dirais qu'il faudrait que le système métrique soit universel. »⁴²⁷

Métrologie historique

Des références historiques antérieures au système décimal apparaissent dans les entretiens comme la base soixante ou des anciennes mesures comme la « journée » ou le « pan² » et le «²quintal² » utilisés dans le Sud-Ouest. La connotation «²burnée² » est significative. On mesurait autrefois la surface des champs en journées de travail. C'est encore le cas pour le vignoble en Bourgogne.

« Par rapport au système en base 60 donc ce que l'on a gardé pour les durées, le temps, il y a la divisibilité, c'est à dire par exemple, un tiers de mètre, pour quelqu'un qui n'a pas la pratique des nombres est très difficile à exprimer, alors qu'un tiers d'heure c'est 20 mn, c'est beaucoup plus pratique. »⁴²⁸

« on trouve encore en occitan le pan de neige dans la région, c'est une unité de mesure qui reste encore, les gens du terroir ne disent pas il est tombé 7 cm de neige, ils disent un pan de neige. [...] « Il y a aussi les façons de mesurer les quantités de blé, enfin je

⁴²⁴ E.03

⁴²⁵ E.03

⁴²⁶ E.04

⁴²⁷ E.04

⁴²⁸ E.05

l'ai vécu puisque je suis de la région, et ils ne parlaient pas enfin il y a quarante ans en kg ou en litres ou en kilolitres, ou en grammes, ils parlent en quintal. Mais c'est un quintal qui n'a rien à voir avec le quintal décimal. C'est en fait un volume qui est une espèce de récipient qui a... qui est ... qui s'est transmis de générations en générations qui doit faire dans les 20 à 30 litres. Ils mettaient le blé dedans et ils disaient je te donne un quintal ou deux quintals de blé. Ils vendaient comme ça le blé au boulanger il n'y a pas si longtemps que cela. C'étaient de vieilles unités qui se sont transmises de générations en générations. »⁴²⁹

« une mesure de temps, une journée... »⁴³⁰

Le système international d'unités (SI) est peu évoqué

Il semble qu'il y ait plusieurs raisons au fait que le SI soit si peu évoqué. Ceci peut être lié d'une part aux difficultés des élèves et de l'autre à l'isolement des enseignants qui ont peu de contacts avec les instances de métrologie scientifiques, légales et industrielles. Enfin à part les classes professionnelles, les autres enseignements semblent détachés de la métrologie actuelle même lorsque les calculs d'incertitude sont abordés.

« il y a souvent chez nos élèves des confusions entre les unités de volume ou par exemple d'aire etc, et donc on a toujours à parler des ... de ces unités par rapport aux autres mesures, par rapport aux autres grandeurs plus que par rapport à son unité dans un système international ... »⁴³¹

« quelque fois on écrit USI (unité du système international) donc on l'utilise mais on ne précise pas de.. on ne le définit pas, on ne sait pas de quoi il s'agit. »⁴³²

« - et le système international d'unités, vous le situez où ?

- c'est d'autres applications, donc moi, je vous parle des grandeurs qui sont du système métrique, mais après, les physiciens entre eux ont leur langage différent mais nécessaire pour communiquer entre différents pays... »⁴³³

« j'ai un voisin qui travaille aux services des Mines et aux services des Mines à une époque fort lointaine ils ont été responsables des poids et mesures et c'est eux qui faisaient, enfin qui contrôlaient les appareils de mesure et finalement on a peu de relations avec ce genre de services c'est dommage car ils ont pas mal de choses à nous apprendre. [...] J'ai l'impression, le sentiment parfois d'être trop cloisonné par rapport à ce qui existe et on n'a pas peut être toutes les informations pour aller vers ces informations. Là ce n'est pas évident et en même temps il faudrait rencontrer les gens

⁴²⁹ E.05

⁴³⁰ E.04

⁴³¹ E.06

⁴³² E.05

⁴³³ E.02

parce que rencontrer les gens ça permet aussi d'apporter des choses en plus ... rencontrer les acteurs carrément voilà ! »

La notion d'incertitude

La notion d'incertitude de mesure n'est mentionnée que par quelques enseignants qui enseignent dans le « technique », cependant elle apparaît à plusieurs reprises sans être nommée.

« Moi j'ai une formation de chimiste donc je sais depuis belle lurette que les mesures que l'on fait ne sont qu'approchées et on a de nombreux calculs qui sont souvent casse-pied qui sont les fameux calculs d'incertitude... Donc ça non, c'est clair, on sait bien qu'une mesure n'est qu'une mesure approchée, j'ai souvent à leur dire, c'est présent à mon esprit et je le leur dis assez ... »⁴³⁴

« on estime en mesurant un objet une incertitude absolue de tant, après on calcule l'incertitude relative en faisant le rapport entre l'incertitude et la longueur mesurée et puis on en tient compte quand on fait des calculs plus précis, donc pour répondre à votre question, une mesure telle quelle, toute seule, donnée, n'a pas de valeur de vérité... enfin pas de valeur de vérité mais si on la donne en précisant donc l'incertitude absolue et l'incertitude relative que l'on a pu commettre en faisant cette mesure ça a quand même une autre consistance dans la mesure où on peut l'utiliser et faire des études et des théories ... avec une fourchette disons ... »⁴³⁵

« Si on prend la mesure de quelque chose de manière scientifique et si on comprend la suite de manière rigoureuse, comment la mesure a été prise et ce qu'elle signifie, là, ça a de la valeur, sinon, en soi une mesure n'a pas de valeur, une mesure est relative. Une mesure n'est pas du domaine de l'en-soi mais du domaine du relatif. »⁴³⁶

Les difficultés des élèves.

D'après les enseignants rencontrés dans le cadre de cette recherche, les difficultés des élèves sont liées entre autres à **des problèmes d'ordre de grandeur**, à **la confusion entre les unités linéaires, de surface et de volume**, à **des problèmes de conversion d'unités, multiples ou sous-multiples** et **aux calculs d'incertitude**.

Remarques □ De mêmes problèmes d'ordre de grandeur se retrouvent dans les enseignements des techniciens et des ingénieurs, de même manière les élèves de tous les niveaux oublient régulièrement de noter l'unité lorsqu'ils expriment un résultat de mesure.

Les ordres de grandeurs et les conversions entre unités

⁴³⁴ E.06

⁴³⁵ E.05

⁴³⁶ E.01

« Des difficultés spécifiques au système décimal ? A priori non, ce sont les puissances de dix, ce n'est pas le système métrique directement qui mis en cause, ce sont les puissances de dix. Quand la calculatrice affiche un résultat par exemple « 2 », avec un petit exposant en l'air « 3 », certains recopient 2 puissance 3 c'est dire 8 alors qu'il s'agit de 0.002 c'est à dire 2 puissance $^{-3}$. Voilà le genre de difficultés... que ce soit des mètres peu importe. »⁴³⁷

« Un mètre cube, combien ça fait de litres ? À chaque fois, quand je fais la leçon, à 95% ils ne savent pas la correspondance... ». « Les employés techniques de collectivité qui utilisent souvent des verres doseurs pour faire leur cuisine c'est en dl en cl, la correspondance n'est pas toujours facile. [...]

« Les mètres ne posent pas trop de problèmes au niveau des manipulations numériques mais dès qu'on attaque les mètres carrés ou les mètres cubes, bien souvent on s'aperçoit qu'ils savent faire mais que c'est très mécanique en fait : je mets deux colonnes pour mes conversions. Etc. »⁴³⁸

« - c'est vrai qu'ils s'en servent encore [tableau de conversion]. C'est toujours pareil, ceux qui ont compris le principe, il leur suffit d'utiliser les puissances de dix pour s'en sortir aisément. Bon ceux-là disent que c'est plus facile que le tableau parce que c'est moins traître. Par contre les élèves qui ont leurs habitudes, et c'est très difficile de s'en défaire, parce qu'ils ont appris comme ça et donc ils continuent à le pratiquer. »⁴³⁹

« Il est évident que lorsque l'on parle de longueur ils vont savoir que l'unité internationale c'est le mètre après quand on passe aux surfaces ils vont dire mètres carrés mais ils ne savent pas d'où ça vient et pour le cube, c'est puissance 3 et c'est encore pire. »⁴⁴⁰

Ordre de grandeur et démesure

« les élèves ont des difficultés mais je ne pense pas que ce soit lié au système métrique, ils ont des difficultés tout simplement de repérage des nombres par l'écriture et la notion d'ordre de grandeur qui est une notion de plus en plus difficile à mettre en place chez eux. Vous leur demandez la distance qu'il y a entre deux villes ils peuvent très bien...ils peuvent trouver qu'il n'y a que quelques centimètres ! »⁴⁴¹

« Je lis des copies de maths quand les profs m'en parlent où le calcul mathématique, on a compris la méthode, on l'applique parfaitement, on va arriver à un résultat ... où le kg de pommes de terre va coûter 8 000 francs et l'enfant confronté à sa réponse de un kilogramme de pommes de terre à 8 000 francs ne réagit même pas, c'est effrayant

⁴³⁷ E.05

⁴³⁸ E.06

⁴³⁹ E.06

⁴⁴⁰ E.06

⁴⁴¹ E.05

quelque part. Le calcul, la méthode de calcul a été bien perçue, mais par rapport au concret et à la vie, ça peut faire des choses totalement aberrantes. »⁴⁴²

« Par exemple, ils font un calcul de la vitesse d'un escargot. Ils trouvent qu'il va à 100 kilomètres à l'heure et ils mettent ce résultat sans réfléchir. Ça arrive très souvent. C'est un exemple, mais c'est de cet ordre-là. »⁴⁴³

« Par exemple, j'ai corrigé un exercice sur le tourisme. Donc, il y a une série de documents, parmi les documents, il y avait les recettes touristiques de certains pays, c'était indiqué en millions de dollars, il y en avait 9 000 et il y avait écrit au-dessus en millions de dollars. Ils n'ont pas vu que 9 000 millions de dollars, ça fait 9 milliards, ils m'ont tous charrié des 9 000 000 de dollars. C'est peut-être un détail, mais ça veut dire qu'ils ne dominent pas certaines notions. »⁴⁴⁴

Les enseignants expliquent pourquoi les élèves ont des difficultés.

Certains enseignants s'interrogent sur le fait que les enseignements de la mesure du primaire n'ont pas été suffisamment acquis. Ils posent la question de savoir comment est enseigné la mesure dans les classes primaires et au collège car en secondaire, les élèves qui sont supposés avoir acquis les mécanismes de base ne les ont pas toujours. D'autres regrettent **l'abandon d'un enseignement et l'oubli de certaines unités** comme l'hectare.

D'autres enseignants montrent qu'une des difficultés des enseignements est due au fait que les élèves ne pratiquent pas la mesure. Et lorsqu'ils la pratiquent, les élèves font plus facilement le lien entre l'abstraction et la réalité et ils comprennent plus facilement le concept d'incertitude de mesure. Les enseignants insistent sur le fait que le système de mesure est hors de sa réalité historique et sociale.

« Dans la mesure où il n'y a pas eu auparavant un véritable enseignement de la mesure et de sa signification, comment on l'obtient la mesure c'est ça le problème. Ils ne savent de quoi elle provient la mesure, comment elle est obtenue et ils ne savent pas non plus après, ce qu'elle exprime. C'est une certaine déconnexion par rapport au réel. [...] On ne peut pas raisonner sur des chiffres dont on ne sait pas comment on les a obtenus et qu'on ne sait ce qu'ils expriment. [...] Je me demande où ils sont [les élèves] et ce qu'ils se représentent. Je ne veux pas généraliser, il y en a... qui... qui arrivent mieux à faire le rapport avec le réel, mais le rapport à la réalité est difficile à obtenir. A mon avis, le problème est un des défauts de l'abstraction dans l'enseignement. »⁴⁴⁵

L'abandon d'un enseignement

⁴⁴² E.04

⁴⁴³ E.07

⁴⁴⁴ E.03

⁴⁴⁵ E.01

Certains enseignants notent que le déclin de l'enseignement de la métrologie commence à poser des problèmes de compréhension et que la virtuosité des élèves diminue.

« Parce qu'il n'est plus enseigné comme il l'était. Nous, à notre époque, dans l'enseignement primaire le système métrique, on avait beaucoup d'exercices dessus, il fallait savoir le manier du bout du doigt... (rires). [...] »

Il y a un problème de génération, lié à un problème d'enseignement, d'abandon d'un enseignement, d'abandon partiel au moins de l'accent porté sur le système métrique. »⁴⁴⁶

Le problème de l'hectare

Un constat fréquent : les élèves ne savent plus ce qu'est un hectare. Ceci est d'autant plus important que les enseignants qui s'expriment ici professent en zone rurale.

« Par exemple si je vais demander à des élèves de première ou de terminale ce qu'est qu'un hectare. Je ne sais pas si j'aurais beaucoup de réponses exactes. »⁴⁴⁷

« on ne peut pas imaginer la difficulté qu'a un élève de transformer un mètre carré en hectare »⁴⁴⁸

« Les difficultés sont incroyablement simples ils ne savent pas par exemple ce qu'est un hectare. [...] Un hectare ? Ils ne savent plus ce que c'est. Un are ? Ne leur en parlez pas. [...] Cela nous pose problème pour la compréhension des choses. Certains élèves finissent par être freinés par des détails, par les mesures les plus simples, celles que l'on manipule généralement. Je ne vois pas de difficulté dans la matière mais souvent ils sont arrêtés par des détails qui ne devraient pas les freiner. [...] C'est un détail qui me paraît symbolique, symptomatique. Quand je leur dis : un hectare vous savez ce que c'est ? - Non. Ça me paraît grave même pour la vie courante. Si un jour ils acquièrent une maison ou achètent un terrain on va leur parler hectare, ils ne savent pas ... »⁴⁴⁹

« je vous disais et je doute que beaucoup d'élèves de terminale puisse dire à quoi correspond un hectare. Très peu pourraient vous dire combien ça mesure ou comment on l'obtient, encore plus auraient ça dans l'œil, si je puis dire. Cela tient à l'état d'urbanisation. [...] Il y a des mesures qui ne parlent plus, qui n'évoquent plus. Par exemple, les rendements. Qu'est qu'un rendement à l'hectare ? Un quintal de blé ? Ce serait pareil pour les kw/ heure, pour l'argent, il y a des difficultés à concrétiser les millions, les milliards, les échelles. Il n'y a pas de rapport entre les chiffres et la réalité concrète. [...] il est impossible le rapport à la réalité, et puis le pire, c'est qu'ils peuvent avoir un exercice juste mathématiquement parlant, sans savoir du tout ce que ça veut dire. Je vous disais tout à l'heure, on nous recommande de partir de documents actuels

⁴⁴⁶ E.01

⁴⁴⁷ E.01

⁴⁴⁸ E.02

⁴⁴⁹ E.03

pour faire le rapport à ce qui se passe dans la société mais il n'est pas fait le rapport !
 »⁴⁵⁰

Le désarroi des enseignants : des constats et des solutions possibles

Les enseignants expriment leur désarroi devant les difficultés qu'ils rencontrent dans leur enseignement de la mesure, leur manque de formation et de supports pédagogiques. Ils n'ont que peu (et souvent pas) de rapports avec les instances de métrologie. Les enseignants manquent de relais humains parmi les historiens, les scientifiques et les industriels qui pourraient les aider à mieux comprendre la métrologie, son histoire, ses développements, son évolution et son organisation actuelles.

« de façon plus général j'aimerais parfois qu'un certain travail de vulgarisation soit fait, moi-même [pouvoir] accéder plus facilement aux informations. C'est vrai que l'on a du mal, quand je cherche des sources, on a du mal. [...] C'est à dire, quand je dis c'est un acquis pour nous, c'est un acquis parce que c'est vraiment quelque chose qui rentre dans les moeurs, on a quelquefois du mal à comprendre la façon dont fonctionne un élève qui n'arrive pas à convertir ou qui n'arrive pas à utiliser correctement les mesures. On a là je pense un vrai problème. Moi par exemple, dans mon enseignement, j'ai des fois un vrai problème, quelqu'un qui me dirait que concrètement 2 mètres, il ne sait ce que ça veut dire, je ne saurais pas lui expliquer et c'est vrai qu'on est pas formés pour ça aussi, on est pas formés pour ça ... on n'a pas de réponse toute prête par rapport à ça, mais ça touche le problème de l'enseignement de façon plus générale, c'est-à-dire quand il y a quelque chose entre guillemets "d'évident" à faire passer et que ça ne passe pas, on est un peu dépourvu. »⁴⁵¹

D'après certains enseignants, la pratique et la manipulation sont nécessaires pour que les élèves fassent le lien entre le concret et l'abstrait et constatent par eux-mêmes l'incertitude de mesure.

« les mesures qui sont faites résultent d'expériences et elles sont données et les résultats sont donnés avec une certaine précision. Cette précision peut venir de la méthode qu'utilise l'expérimentateur, la précision peut venir de l'expérimentateur qui aurait un défaut de vision par exemple et ça peut venir aussi des instruments, des appareils de mesure qu'il utilise qui sont toujours un peu imprécis.

L'imprécision est exprimée avec le résultat et ça c'est une chose que les élèves ont un peu de mal à comprendre. Ils comprennent qu'il y a une imprécision sur le résultat quand ils font des expériences, ils s'aperçoivent que ... ils peuvent constater de multiples erreurs provenant des origines que je viens de citer mais il leur est difficile d'exprimer quantitativement cette imprécision, ils l'admettent car ils le constatent en faisant les mesures. »⁴⁵²

⁴⁵⁰ E.01

⁴⁵¹ E.02

⁴⁵² E.07

L'absence de métrologie historique dans les programmes

Une enseignante d'histoire en classe de seconde, première et terminale s'exprime à ce sujet.

« quand on parle de la France avant la Révolution on explique qu'il y avait des tas de mesures différentes, que ... et on leur parle de l'unification au moment de la Révolution française, du désir d'unification, comment on est arrivé à l'unité nationale à tous les niveaux mais c'est le seul moment où les programmes nous autorisent à évoquer de façon un peu approfondie ce problème. Mais c'est vrai que quand on aborde la révolution industrielle en première il y aurait une digression vers le système métrique comme moyen aussi pour faire avancer le savoir des sciences et des techniques ce serait pas plus mal. »⁴⁵³

« Il est [le système métrique] déconnecté de sa réalité historique. [...] Je ne l'ai jamais vu dans aucun programme ni de près, ni de loin, jamais apparaître, jamais, jamais. »⁴⁵⁴

Quel est le rapport entre la connaissance et la mesure chez les enseignants interviewés ?

Y a-t-il un rapport entre connaissance et mesure dans l'école et particulièrement pour les enseignants interviewés ? Je ne cherche pas à poser pas ici le problème de la connaissance au sens large mais à montrer dans les énoncés des enseignants des éléments de lecture pour tenter de faire apparaître quelques réponses à cette question même si le mot « connaissance » n'est utilisé qu'une seule fois et sous la forme « une certaine connaissance »⁴⁵⁵ dans la totalité des entretiens.

Quels sont les rapports entre mesure et réel et mesure et réalité ?

« Le rapport à la réalité est difficile à obtenir »⁴⁵⁶ ; « il faut étudier ce qu'il y a dans les livres, ce qu'il y a dans le cours, ce faisant, on évacue le rapport avec la réalité »⁴⁵⁷ ;

« il n'y a pas de rapport entre les chiffres et la réalité concrète »⁴⁵⁸ ;

« les élèves ne savent plus le contenu réel auquel ils se réfèrent »⁴⁵⁹ ;

« il y en a... qui.. qui arrivent mieux à faire le rapport avec le réel »

⁴⁵³ E.03

⁴⁵⁴ E.03 (enseignante d'histoire)

⁴⁵⁵ E.06

⁴⁵⁶ E.01

⁴⁵⁷ E.01

⁴⁵⁸ E.01

⁴⁵⁹ E01

« il n'y a pas de confrontation au réel... »⁴⁶⁰

« il faudrait être capable de passer de la mesure au réel, là j'éprouve et je ne suis pas le seul, face aux élèves, des difficultés »⁴⁶¹;

« Ils ne savent de quoi elle provient la mesure, comment elle est obtenue et ils ne savent pas non plus après, ce qu'elle exprime. C'est une certaine déconnexion par rapport au réel. Si vous voulez on ne peut pas raisonner sur des chiffres dont on ne sait pas comment on les a obtenus et qu'on ne sait ce qu'ils expriment... »⁴⁶² ;

« comme on ne pratique pas la mesure comme exercice, une mesure qui apparaît dans un document c'est qu'un exemple, c'est vague.. et que les élèves ne savent plus le contenu réel auquel ils se réfèrent. »⁴⁶³ ;

« Il y a là une déconnexion entre les chiffres qu'on trouve sur des bouquins et qui sont des résultats de mesure et ... la traduction au réel que les élèves peuvent en faire. »⁴⁶⁴

« Quand on accueille ici les élèves en seconde, on les dérouté quand on leur demande quelque chose qui n'a pas été vu précisément en cours et dans les mêmes termes. Donc on a l'impression qu'ils sont habitués au collège à un système question/réponse : il faut étudier ce qu'il y a dans les livres, ce qu'il y a dans le cours, ce faisant, on évacue le rapport avec la réalité. Et dans ma discipline, les instructions nous recommandent de ne pas faire d'économie ou de sociologie abstraite, mais de partir de documents ayant trait à la réalité, mais ça c'est très difficile à réaliser... »⁴⁶⁵

Conclusions relatives aux entretiens avec les enseignants

Bien que le mot «métrologiee » n'apparaisse pas dans les entretiens la métrologie, elle existe et elle est perçue par les enseignants très différemment de la réalité métrologique des laboratoires scientifiques ou de ceux de l'industrie.

Le diagnostic que permet une série d'entretiens ne saurait être formulé qu'en termes d'hypothèses de travail. Toutefois, ces hypothèses sont telles que je préfère les exprimer de manière peut-être excessive mais honnête.

⁴⁶⁰ E.01

⁴⁶¹ E.01

⁴⁶² E.01

⁴⁶³ E.01

⁴⁶⁴ E.01 *Opus cit.*, (§ Le sens de la mesure – Métrologie)

⁴⁶⁵ E.01

La première est que l'enseignement de la métrologie est absent dans le secondaire⁴⁶⁶. Ce fait est confirmé par la consultation de catalogues d'offres de formations dans lesquels la métrologie est inexistante.

Cette absence n'est pas due au désintérêt des enseignants. Ils manifestent, dans ces entretiens, un intérêt pour le sujet qui dépasse une curiosité de façade et ne manquent pas d'idées sur les questions qui pourraient être abordées, que ce soit par des exercices pratiques ou sous forme culturelle, en pratiquant la mesure et en traitant par exemple de l'histoire et l'évolution de la mesure, d'un point de vue métrologique et social.

Cette absence n'est pas due non plus à ce que la métrologie serait une discipline inutile et sans application dans la vie active professionnelle ultérieure des élèves. C'est tout le contraire

Alors, comment expliquer que cet enseignement, très présent dans l'école de Jules Ferry, qui existait encore pendant la première moitié du vingtième siècle, se soit évaporé ces dernières décennies

Une interprétation s'impose : le système d'enseignement serait l'objet d'une dérive philosophique, le conduisant insensiblement vers des fonctions qui contredisent sa mission originelle. Si j'emploie ici l'adjectif « philosophique », c'est pour signifier que ce qui est en cause touche aux fondements mêmes de l'enseignement. Il s'agit d'un contresens qui se serait insinué subrepticement dans l'institution. Ce contresens porte sur la notion même de connaissance dans un monde régi en grande partie par les sciences et les techniques. Le fondement même de la science repose sur la métrologie. Autrement dit sans métrologie, il n'est pas possible de remplir les conditions expérimentales de la science. Il est paradoxal alors que la métrologie et son incertitude soient si peu connues dans l'école.

La question est : sans le doute et l'incertitude de mesure, peut-on parler de connaissance, de consensus et de partage de connaissance ? Ne transmet-on pas au contraire une idée de la mesure dogmatique et scientiste ? Une mesure qui serait capable de définir parfaitement les objets et les phénomènes ? De là à imaginer que l'on puisse faire de même avec les gens : leurs capacités et leurs performances ?

N'est-ce pas oublier qu'un des fondements même de la science est l'humilité devant la Nature ? N'est-ce pas laisser la porte ouverte aux intolérances de toutes natures ? Pour

⁴⁶⁶ Bien que les calculs d'incertitude soient au programme de seconde depuis 2000

reprendre les propos de Pierre Giacomo, Directeur honoraire du Bureau international des Poids et Mesures et métrologue□

« L'humilité est la seule arme dont on dispose à la fois face au scientisme et au dogmatisme, et cela même au niveau élémentaire. »⁴⁶⁷

Vue par un métrologue ou par un épistémologue ayant travaillé dans le registre des sciences et des techniques, la connaissance passe par le truchement de la mesure. Et la mesure est toujours approximative. Seule la modélisation, peut donner une représentation cohérente du monde. Tout se passe comme si la connaissance de la modélisation - ou plutôt sa récitation - avait pris la place de la connaissance elle-même. Dès lors, le doute, autrement dit le véritable moteur de la connaissance, est évacué. Il apparaît, vu sous cet angle, comme un retour à un dogmatisme clérical contre lequel la pensée moderne s'est construite.

Il est remarquable que la notion d'incertitude de mesure soit si peu exprimée dans les entretiens (sauf par deux enseignants d'un lycée technique et une enseignante de physique). Tous les trois parlent de pratique de mesure et donc d'incertitude de résultats constatés par les élèves qui manipulent. L'absence massive de pratique de la mesure dans l'école, enlève à l'art de la mesure une de ses fonctions fondamentales qui est, d'une certaine manière, celle de lier le bon sens à la théorie, tout particulièrement lorsqu'il s'agit de métrologie du quotidien.

Tous les enseignants que j'ai eu l'occasion de rencontrer dans le cadre de ce travail universitaire ont été très intéressés par la réflexion sur le thème de la métrologie. Ils sont demandeurs de compléments de formation en ce qui concerne la métrologie historique mais également demandent de mieux appréhender la réalité métrique actuelle. J'espère que ce travail de thèse leur apportera quelques indications et permettra d'approfondir ensemble cette vaste question que constitue le lien entre le monde de l'enseignement et celui de la métrologie. Enfin, je remercie ici encore les enseignants rencontrés d'avoir apporté leur concours, leur intérêt, leur témoignage et leurs réflexions sur l'enseignement usuel de la mesure et la métrologie.

Les industriels

Démarche suivie

Pour approcher la métrologie comme elle est perçue et pratiquée au quotidien dans les entreprises, j'ai demandé entre 1999 et 2002 à huit entreprises de m'aider à mieux

⁴⁶⁷ EM02

comprendre comment la métrologie fonctionne au quotidien pour eux, professionnels d'entreprises.

Méthode et partenariat

Un réel partenariat est sollicité auprès des entreprises contactées⁴⁶⁸. Les professionnels acceptent, dans un souci de dialogue, de répondre aux questions proposées concernant la métrologie, l'assurance-qualité et les besoins de formation de leur entreprise dans ces domaines.

Les personnes qui ont donné leur avis pour cette étude complémentaire sont :

Responsable Environnement et Assurance Qualité, Technicien de maintenance du Service de Métrologie, Surveillante du Bloc opératoire, Responsable Qualité Environnement, Responsable Assurance Qualité, Sécurité, Hygiène et Environnement, Membre du Club des entreprises certifiées⁴⁶⁹ en Midi Pyrénées, Responsable Qualité, Technicien de maintenance du Service de Métrologie, Communication et Système étiquetage, Chef d'entreprise, enseignant à Paris 11, élu à la Chambre de Commerce, délégué par la profession des optométristes auprès de l'AFNOR et l'ISO, Chef d'entreprise, Chef d'atelier, Agent commercial et Bureau d'étude, Chef de Service Qualité et Gérant d'une SARL fabricant du fromage de chèvre.

Entretiens et transcription

Les entretiens ont lieu dans l'entreprise où je me déplace. Ils sont enregistrés sur un dictaphone, (grille d'entretien en annexe). Les entretiens sont ensuite retranscrits numérisés avec un logiciel de traitement de texte. L'anonymat des personnes est respecté.

Les premiers constats

La métrologie est essentielle pour toutes les entreprises interviewées. Elle permet la validation des contrôles, la traçabilité⁴⁷⁰ des mesures, le développement de l'assurance-qualité,

468 Le choix des entreprises s'est fait sur les conseils et avec les informations des Chambres de Commerce et d'Industrie du Tarn-Nord et Tarn-Sud.

469 Ce Club permet d'aider des entreprises en démarche de certification en répondant aux questions que se posent ces entreprises lorsqu'elles décident de mettre en place une Assurance Qualité et/ou un service de métrologie. Dans le Tarn, ce club est animé par les CCI et se réunit une fois par mois sur des sites différents.

⁴⁷⁰ La **traçabilité** est la "propriété d'un résultat d'un mesurage ou d'un étalon tel qu'il puisse être relié à des références déterminées, généralement des étalons nationaux ou internationaux, par l'intermédiaire d'une chaîne

la confiance nécessaire dans les instruments de mesure suivis et raccordés à une chaîne d'étalonnage nationale et la satisfaction des clients. Les mesures à développer semblent être celles qui existent déjà dans l'entreprise. L'incertitude de mesure est un gros souci pour certaines entreprises. L'importance de la métrologie dans les entreprises, comme fonction essentielle et transversale, ne fait aucun doute. Les certifications selon ISO semblent difficilement accessibles aux très petites entreprises. La réglementation ne semble pas adaptée. Une étude de besoins auprès de très petites entreprises est souhaitée.

Les entreprises qui depuis quelques années possèdent une culture métrologique solide cherchent à réduire les coûts métrologiques par une gestion du parc d'instruments de mesure au plus près de leurs besoins. Les entreprises en démarche de certification ou certifiées de fraîche date, disent que même lourde, la mise en place d'un service de métrologie et des services de qualité apportent un plus à l'entreprise en ce qui concerne les relations entre les salariés et le confort que représentent des procédés écrits et respectés. Les audits réguliers sont reconnus comme nécessaires, enrichissants et stimulants.

La métrologie est reconnue comme une fonction horizontale essentielle pour la cohérence d'une organisation □ elle est l'interface entre les différents organes de l'entreprise ou du groupe. La métrologie dans les entreprises est nécessairement une fonction partagée.

Cette interface comporte deux aspects, le premier est celui d'un service de métrologie qui organise pour tout salarié opérateur de mesure, le suivi des instruments et fournit donc des instruments de mesure "capables"⁴⁷¹ au niveau de l'utilisateur. La fonction partagée se situe aussi dans une organisation globale d'entreprise où chaque opérateur de mesure est responsable de la validité de ses mesures parce qu'il utilise au mieux les procédures et protège les instruments de mesure dont il connaît la précision. Il s'adresse au service de métrologie si l'un des outils est détérioré ou hors limite de périodicité d'étalonnage.

Cette série d'entretiens révèle des évolutions sociales qui résultent du développement massif de la fonction «**la métrologie**» dans les entreprises. Il apparaît une culture métrologique qui

interromptue de comparaisons ayant toutes des incertitudes déterminées. Note – 1- Le concept est souvent exprimé par **traçable**. 2 - La chaîne interrompue de comparaisons est appelée **chaîne de raccordements aux étalons** ou **chaîne d'étalonnage**. 3 - La manière dont s'effectue la liaison aux étalons est appelée **raccordement aux étalons**." VIM §6.10 – traceability -

⁴⁷¹ Dans la pratique un instrument est capable lorsque le rapport entre la tolérance à mesurer et l'incertitude de mesure est supérieure à 4.

diffère d'un aspect traditionnel «Fabrication-contrôle» aujourd'hui tous les intervenants, opérateurs de mesure, à quelque niveau qu'ils soient dans l'entreprise, sont responsables d'une part du bon fonctionnement d'un ensemble métrologique dont la cohérence est nécessairement la qualité première.

Des besoins de sensibilisation, de formation et de compétences métrologiques sont fortement exprimés. Certaines entreprises font part de leur difficulté à évaluer leurs besoins dans le domaine de la sensibilisation et la formation. (Les formations souhaitées en métrologie devant être adaptées et dimensionnées à l'entreprise).

Présentation générale de l'échantillon ⁴⁷²

Entreprises contactées et indentification

Entreprises de + de 250 salariés	2	330 et 450 salariés
Entreprises de 20 à 250 salariés	3	110, 193 et 200 salariés
Entreprises de - de 20 salariés	3	4 et 15 salariés

Entreprises Indépendantes	3
Entreprises appartenant à un groupe	5
Total	8
<i>Site d'implantation des entreprises</i>	
Tarn	8
<i>Sites d'implantation des groupes</i>	
France	1
Europe	2
Mondiale	2

Secteur d'activité des entreprises des professionnels interviewés

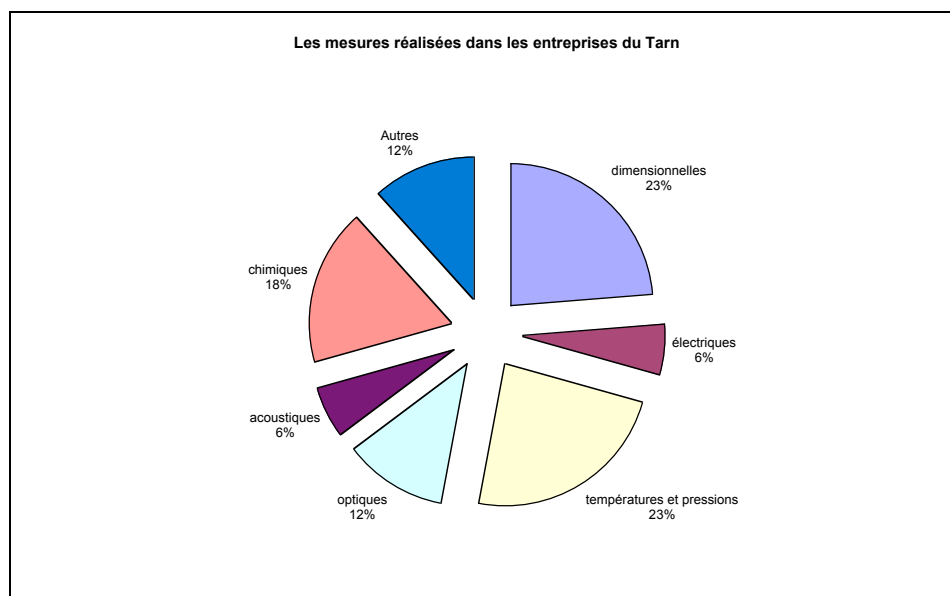
- Tubes et profilés en matière plastique
- Chirurgie
- Fabrication de verre creux
- Chimie fine
- Optométrie
- Fabrication de meubles meublants en bois
- Usinage. Spécialiste de machines usinage

⁴⁷² Question 1 et 2 du guide d'entretien

- Agroalimentaire - Production de fromages de chèvre

Les mesures dans l'entreprise

Les mesures les plus utilisées sont des mesures dimensionnelles, de température et de pression. Les professionnels dans l'ensemble considèrent que les mesures à développer sont celles qui sont déjà utilisées aujourd'hui. Les entreprises mesurent des épaisseurs, des diamètres, des tubes, des profilés, des longueurs, des surfaces, des quantités de produits chimiques, des bouteilles, des pièces usinées, des écarts pupillaires. Elles mesurent des températures, des litres de lait, des fromages, des seuils sonores, des durées, des pressions, des niveaux, des débits, des procédés en cours de fabrication et des produits finis. Les entreprises mesurent également des instruments de mesure par comparaison métrologique.



Graph 5 : Les mesures réalisées dans 8 entreprises du Tarn

Y a-t-il des mesures plus importantes ou "critiques" que d'autres ?

À cette question, les industriels répondent unanimement « *Les mesures sont extrêmement liées les unes aux autres.* »⁴⁷³ Cette même idée est exprimée différemment. En menuiserie, notamment « *Toutes les mesures sont importantes à partir du moment où la précision d'un mm est respectée.* »⁴⁷⁴ Pour la fabrication de tubes et profilés « *C'est l'ensemble des mesures qui va donner la conformité du produit. Toutes les mesures sont nécessaires, aucune n'est*

⁴⁷³ Entretien 5 – groupe C – Industriel

⁴⁷⁴ Entretien 6 – groupe C – Industriel

plus importante qu'une autre. »⁴⁷⁵ Dans l'industrie chimique par contre les mesures de température, liées aux risques d'explosion, sont plus importantes.

Comment sont faites les mesures ?

En verrerie industrielle, «*Les mesures des bouteilles sont faites en grande majorité par des machines automatiques de mesure. Ce qui permet de contrôler 100 % les bouteilles sur quelques caractéristiques importantes. Les appareils manuels permettent de vérifier que les machines automatiques fonctionnent correctement. Ces mesures sont prises par des opérateurs formés pour cela.*»⁴⁷⁶

Dans une entreprise de produits chimiques «*Les prises de mesure sont faites suivant des modes opératoires précis. Le service métrologie est là pour vérifier régulièrement le matériel de mesure. Sur certaines chaînes de mesure, il y a souvent plusieurs instruments, plusieurs courbes de températures par exemple.*

*L'opérateur vérifie, selon des séquences déterminées, que l'ensemble de cette boucle indique bien la même température pour repérer les dérives et rester dans l'écart autorisé. Sur des «*Fiches-point-mesure*» sont consignées toutes les mesures prises par les opérateurs.*»⁴⁷⁷

Dans l'atelier de menuiserie : «*En menuiserie, la précision est au mm près. Cependant il faut être attentifs à ne pas utiliser n'importe quel mètre-ruban et bien vérifier que les degrés sont bons. Une précaution sera de ne pas utiliser la petite partie métallique du début car elle est vite hors d'usage et peut créer des écarts qui dépassent le millimètre toléré. Sur les machines, l'attention portera sur l'usure des lames, qui suivant l'état, peuvent également fausser la mesure*»⁴⁷⁸

Dans une entreprise qui fabrique des machines qui serviront à usiner des pièces automobiles. «*Les pièces unitaires sont mesurées par deux niveaux de contrôle. L'opérateur est en autocontrôle, c'est-à-dire qu'il a à sa disposition des moyens pour contrôler ce qu'il a fabriqué. Les pièces avec un niveau de tolérance très sophistiqué, c'est-à-dire très petit, vont être contrôlées une deuxième fois par la section de contrôle. La section de contrôle comporte*

⁴⁷⁵ Entretien 1 – groupe C – Industriel

⁴⁷⁶ Entretien 3 – groupe C – Industriel

⁴⁷⁷ Entretien 4 – groupe C – Industriel

⁴⁷⁸ Entretien 6 – groupe C – Industriel

également deux niveaux de contrôle. La pièce courante précise et d'autres pièces stratégiques, qui elles, ont une fiche AQ⁴⁷⁹ sur laquelle les critères à mesurer sont très précisément décrits. Ces critères peuvent être des cotes⁴⁸⁰ de quelques microns, des parallélismes, des battements etc. □. □⁴⁸¹

Les instruments de mesure

Les instruments de mesure utilisés sont très divers et très nombreux. Certaines entreprises gèrent un parc de plus de 2000 instruments de mesure. Ces instruments sont entre autres des micromètres, des pieds à coulisse, des palmers, des rubans circonférentiels, des thermomètres, des jauges de profondeur, des spectrophotomètres, des réglés, des mètres- ruban, des vérificateurs, des capteurs, des niveaux à bulle et électroniques, □ des marbres et des machines à mesurer.

« Les machines à mesurer sont des machines à commande numérique avec des palpeurs qui vont mesurer des plans, des profondeurs, des circonférences. Les machines numériques à mesurer fonctionnent avec des programmes, si l'opérateur réalise un mauvais programme, les mesures peuvent être erronées même si la machine est très bonne. »⁴⁸²

L'incertitude de mesure dans les entreprises

Les calculs d'incertitude de mesure restent un questionnement majeur pour les entreprises rencontrées (même pour des grandes). Cette difficulté à maîtriser l'incertitude contribue à la dépendance des entrepreneurs vis-à-vis des fabricants d'instruments de mesure. Ceux-ci peuvent sans peine vendre des matériels très sophistiqués et très chers pour un besoin réel largement surdimensionné. Et souvent ils ne s'en privent pas !

Les responsables des services de métrologie interviewés expriment des besoins de formation liés à la détermination d'une incertitude de mesure. Car comme le dit un responsable de la qualité: « □ avant ce n'était pas nécessaire, aujourd'hui c'est une priorité □ »⁴⁸³. Plusieurs entreprises expriment leur incapacité à déterminer l'incertitude de matériels qui associent

⁴⁷⁹ assurance qualité

⁴⁸⁰ tolérances ?

⁴⁸¹ Entretien 7 – groupe C – Industriel

⁴⁸² Entretien 7 – groupe C – Industriel

⁴⁸³ Entretien 1 – groupe C – Industriel

plusieurs grandeurs qui ne sont pas reconnues dans un système de chaîne nationale de raccordement. Ceci est fréquent pour des solutions chimiques ou certaines mesures optiques.

Les métrologues d'entreprises s'expriment au sujet de la détermination de l'incertitude de mesure et disent quelquefois leur désarroi devant leur incapacité à la déterminer.

«L'incertitude pose des problèmes quand un matériel qui associe plusieurs grandeurs pour lesquelles il n'y a pas forcément de référence étalon comme c'est souvent le cas pour une solution chimique. Le calcul d'incertitude de mesure est alors complexe. Nous arriverons à le faire, d'autant plus qu'il y a quelques personnes informées ce qui permet de passer l'information aux interlocuteurs. »⁴⁸⁴

« En interne il y a un gros travail pour définir, organiser ce travail de détermination d'incertitude de mesure. C'est un des gros poids. Jusqu'à maintenant ce n'était pas fait, maintenant avec l'exigence de la norme. On a de très grosses difficultés à déterminer les incertitudes de mesure. C'est un travail qui est assez lourd. C'est simple lorsqu'il s'agit de pieds à coulisse ou d'équipements relativement simples mais après ... on a un mal fou pour déterminer l'incertitude de mesure. On ne sait pas la déterminer. »⁴⁸⁵

«Aujourd'hui on a dépassé le stade de répertorier le parc d'instruments qui nous sont nécessaires. Nous commençons maintenant à définir les incertitudes. Avant ce n'était pas nécessaire, aujourd'hui c'est une priorité.

On a pas de grosses difficultés au niveau des vérifications. Notre gros soucis c'est l'incertitude. Quand on a l'incertitude de l'équipement-étalon que l'on envoie à l'organisme habilité, ça va. Mais nous les mesures que l'on fait en interne...on est même pas fichus de savoir l'incertitude. On le fait pour le pied à coulisse, les palmers ... mais pour le reste ... L'incertitude j'avoue que c'est quelque chose, quand on a ça, on ne sait pas le faire. »⁴⁸⁶

L'assurance qualité dans les entreprises

L'assurance-qualité permet aux entreprises de mieux satisfaire les clients, mieux assurer les revues de contrat et éviter les dysfonctionnements. «*L'assurance-qualité permet de maîtriser l'ensemble de la chaîne de mesure.*»⁴⁸⁷

L'assurance-qualité repose sur un mode de fonctionnement nécessitant la formulation écrite. Cette formulation écrite a des conséquences importantes dans les entreprises où la culture technique se transmettait jusqu'à présent oralement et par la pratique.

⁴⁸⁴ Entretien 1 – groupe C – Industriel

⁴⁸⁵ Entretien 1 – groupe C – Industriel

⁴⁸⁶ Entretien 2 – groupe C – Industriel

⁴⁸⁷ Entretien 4 – groupe C – Industriels

«Le grand point qui a été mis en place par les certifications se situe dans la formulation. Dans la mécanique, la culture est une culture de bouche à oreille. Les gens du métier se transmettent des savoirs par contact. La démarche a été de demander aux professionnels d'écrire leurs procédures. Chaque secteur d'activité a écrit ses procédures et ce n'est surtout pas le service qualité qui s'en est chargé. Tout cela a conduit à une pléthore de procédures qui avait l'avantage de réellement décrire ce qui se passait dans les réalités. Ensuite ces procédures se sont ajustées par rapport à la norme avec les gens qui les avaient écrites. [...] La préoccupation se situe dans la formulation de ce qui est mesuré. Il est important de consigner les informations de mesure chaque fois que cela peut éviter une recherche ultérieure d'une même mesure ou de permettre, ensuite, des comparaisons par un autre opérateur.»⁴⁸⁸

Le domaine médical, les très petites entreprises et l'assurance-qualité

« L'entreprise n'a pas encore d'assurance qualité, mais le projet est en route. Il semble que dans le domaine médical, tous les éléments ne sont pas encore réunis pour l'établissement de critères définis. Il manque un référentiel très précis.»⁴⁸⁹

« Il n'y a comme pour les optométristes aucun référentiel, c'est le chaos, tout est à construire. Si on considère un référentiel ISO, la tâche est très importante. »⁴⁹⁰

« Nous n'avons pas de démarche qualité selon ISO. Intellectuellement l'idée est séduisante. Toute l'équipe serait partante mais bloquée par l'énormité que représente une démarche de certification selon ISO. »⁴⁹¹

« Cela fait donc quatre ans où on est en démarche label. C'est-à-dire que pour ce produit de marché nous avons l'étiquette Cabécou d'Autan. Nous devons respecter le cahier des charges qui va de l'élevage, c'est-à-dire la production du lait, la manière dont on élève les bêtes, la manière dont elles sont nourries... Et pouvoir opposer à toute demande de justification les documents qui permettant de dire que l'on respecte les charges qu'on a mises en place. [...] »⁴⁹²

L'évolution de la métrologie dans les entreprises

En France, les Très Petites, Petites et Moyennes Entreprises restent la base du système industriel. Une meilleure compétence et de meilleurs équipements en matière de métrologie leur sont nécessaires pour leur permettre de suivre les progrès techniques tant dans leurs rapports avec les plus grandes entreprises qu'à l'exportation. Ces progrès techniques actuels se traduisent notamment par une meilleure connaissance des précisions et une fiabilité accrue des mesures.

⁴⁸⁸ Entretien 7 – groupe C – Industriels

⁴⁸⁹ Entretien 2 – Groupe C- Industriels (clinique chirurgicale)

⁴⁹⁰ Entretien 5 – Groupe C- Industriels

⁴⁹¹ Entretien 6 – Groupe C- Industriels (menuiserie)

⁴⁹² Entretien 8 – Groupe C- Industriels

L'exigence des services certificateurs et celle des clients amènent les entreprises à mettre en place des stratégies concernant la métrologie en tant qu'élément essentiel de reconnaissance sur les marchés.

Les professionnels des entreprises disent que la culture métrologique diffère profondément du simple contrôle pratiqué auparavant. Il est essentiel pour l'ensemble de la chaîne de mesure que les salariés et les opérateurs de mesure soient conscients qu'un résultat de mesure dont la traçabilité n'est pas garantie n'est pas un résultat de mesure. Les compétences métrologiques nécessaires aux opérateurs et aux techniciens de mesure ne sont pas de même nature que celles de la profession de contrôleur. Le salarié, opérateur de mesure, confirme sa capacité métrologique en signant son relevé de mesures ou en alertant un technicien lorsque les résultats de mesure amorcent une dérive. Ces dérives fréquentes peuvent être liées à différents paramètres. Si elles ne sont pas repérées immédiatement, elles peuvent provoquer des manques à gagner considérables pour l'entreprise ou même provoquer une explosion si l'activité est la fabrication de produits instables comme des produits chimiques nécessitant une température constante. Et de fait les problèmes liés à l'organisation de la métrologie et au développement de la fonction «Métrologie» de l'entreprise sont souvent des problèmes de sensibilisation et de formation des opérateurs de mesure.

La fonction «Métrologie» est coûteuse si elle n'est pas proportionnée à l'entreprise. Les entreprises désirent s'approprier la fonction métrologique pour en réduire les coûts. Cela se traduit par une politique préventive pour alléger le dispositif d'ensemble, en restant dans les limites des normes de certification. Autrement dit, il est recherché de minimiser les coûts en gérant au mieux le parc des instruments de mesure, en renforçant les moyens internes et en sensibilisant les utilisateurs pour une meilleure protection des instruments utilisés. L'ensemble de ces actions permet entre autres de réduire les fréquences de contrôle des instruments en construisant un système de périodicité d'étalonnage et de vérification du parc des instruments au plus près des besoins de l'entreprise.

Les entreprises sensibilisent régulièrement les opérateurs de terrain à ces questions d'ordre, de méthode et de respect des instruments de mesure.

« Les appareils évoluent, ils sont le plus souvent plus faciles à utiliser, les affichages sont plus souvent numériques alors qu'une lecture moins aisée était le lot des anciens

instruments. La mesure de l'opérateur en est allégée. Cependant l'utilisation de ces nouveaux instruments demande un certain niveau de compétence et de la formation. »⁴⁹³

« Pour le moment la seule machine digitale de l'atelier est une ponceuse. Dans le cas de l'achat d'une nouvelle machine, le saut qualitatif est important. La métrologie sera nécessaire car la machine prévue ne fonctionne qu'avec une très grande précision. Ce saut met aussi en évidence que tout l'usage d'une mesure humaine, donc plus ou moins interprétée par l'ouvrier, disparaît. Toute l'incertitude humaine de la mesure est évacuée. C'est cela qui change énormément les choses. »⁴⁹⁴

Quelques entreprises seraient curieuses de mieux connaître les programmes scolaires concernant le maniement des instruments de mesure dans les lycées professionnels ainsi que les enseignements concernant les pratiques d'autocontrôle.

Les opérateurs de mesure dans l'entreprise

Les personnes :

Tous les salariés, responsables d'une ligne de fabrication, chefs d'atelier, contremaîtres d'une unité industrielle sont des opérateurs de mesure. Toutes les infirmières d'un établissement de soins sont des opératrices de mesure. Tous les salariés d'une fromagerie sont des opérateurs de mesure ainsi que ceux d'un Centre de vision ou d'une menuiserie.

⁴⁹³ Entretien 5 – groupe C – Industriel

⁴⁹⁴ Entretien 6 – groupe C – Industriel

Les actions :

Les opérateurs de mesure utilisent un équipement dont ils connaissent la capabilité, ainsi que la dérive maximum autorisée par rapport aux normes qu'ils appliquent. «*Les opérations de mesure par les opérateurs sont des relevés de mesure. Lorsque les opérateurs se rendent compte qu'il y a une dérive, ils en réfèrent immédiatement. [...] Quasiment tous les opérateurs et chefs d'ateliers sont des opérateurs de mesure.*»⁴⁹⁵ Cependant peu d'opérateurs et de techniciens ne font que de la mesure. Le temps de mesure est difficilement quantifiable.

Compétences des opérateurs de mesure vues par les entreprises rencontrées

Les qualités professionnelles nécessaires à un métrologue sont l'ordre, la méthode et la rigueur. L'opérateur de mesure possède une bonne connaissance des instruments de mesure, il est capable pour fournir un résultat de mesure fiable, d'effectuer, de vérifier et de valider son résultat de mesure. Il comprend la notion d'incertitude. Il connaît la capabilité de son matériel. Il a au moins un niveau CAP-BEP.

L'opérateur a des besoins et des obligations par rapport au service de métrologie de son entreprise. En tant que client, il a besoin d'un instrument capable pour fournir un résultat de mesure valide. Il signale toute dérive ou détérioration des instruments dont il se sert. L'opérateur de mesure, fournisseur de la mesure, atteste en signant sa fiche de mesure, qu'il a respecté une procédure écrite à laquelle il se réfère. Le technicien utilise un matériel de mesure précis et parfois complexe qui nécessite une formation non négligeable, il suit des modes opératoires écrits et précis, il est capable de définir une méthode qui va comprendre des processus et faire les calculs de statistiques. Le technicien est capable de mettre au point une instruction concernant des méthodes simples et les faire appliquer. Il a au moins un niveau BTS.

Nombre de salariés opérateurs de mesure dans les entreprises

Total des salariés des entreprises	1179	100 %
Opérateurs de mesure	550	50 %
Techniciens métrologues	12	1 %
Ingénieurs métrologues	0	

⁴⁹⁵ Entretien 3 – groupe C – Industriel

Compétences et besoins de formation en métrologie

Certains professionnels ont acquis de solides bases concernant le respect de règles pour réaliser des opérations de mesure grâce à leur formation initiale. Cependant, pour les entreprises industrielles, une formation⁴⁹⁶ de tout le personnel est mise en place au moment où l'entreprise ou le groupe s'engage dans une politique de qualité ou de certification. Ce type de formation ponctuelle dure en général de 2 à 4 journées. Pour les formations de 2 jours, le système qualité dans son ensemble ainsi que la mise en œuvre dans l'entreprise du dispositif de la fonction métrologie sont expliqués. Des exercices pratiques sont prévus au cours de ces formations. Les professionnels d'entreprises en soulignent les aspects positifs.

«En se mêlant, les gens de fabrication et les gens de contrôle ont pu échanger sur leurs problèmes de mesure. Petit à petit les gens ont cessé de se battre lorsqu'ils sont en limite de tolérance parce qu'ils ont compris que l'appareil pouvait amorcer une dérive et que là est souvent le problème. [...] Lorsque la formation a pris en compte les instruments de mesure, les gens s'y sont intéressés, ils devenaient plus attentifs à l'utilisation et à la protection de leurs instruments de mesure. »⁴⁹⁷

Des fascicules comportant les grandes règles de la métrologie à l'attention des opérateurs de terrain ainsi que des panneaux d'affichages sur les lieux de production sont de constants rappels à la réalité métrologique de l'entreprise. Enfin des entreprises incluent la culture métrologique dans leur plan de formation annuel. À tous les niveaux, en plus de leurs activités respectives, les salariés sont amenés à mieux connaître les services et les enjeux de l'organisation de la métrologie dans leur activité. Il y a alors deux aspects exprimés concernant les besoins de formation en métrologie

- des besoins liés à des actions de formation de l'entreprise, en tant que structure globale organisée suivant des procédures écrites et respectées dont dépendent les certifications ou simplement, en dehors du cadre d'une certification, la qualité de ses mesures.
- des besoins de formation professionnelle individuelle pour les salariés.

Les personnes, responsables de la fonction «**Métrologie**» ou responsable «**Qualité**» rencontrées disent leur difficulté à analyser finement les besoins de formation des opérateurs

⁴⁹⁶ Malgré le fait que les formations faites en interne se transmettent d'anciens à nouveaux, les entreprises interviewées se posent la question de savoir ce qu'il reste acquis par les opérateurs quelques années plus tard.

⁴⁹⁷ Entretien 3 – groupe C – Industriel

de mesure tout en les reconnaissant importants. Une analyse de ces besoins est souhaitée car les salariés aujourd'hui n'ont pas le même niveau de qualification qu'il y a quelques années.

Conclusion relative aux entretiens avec les industriels

Si j'ai volontairement choisi d'aller interviewer des personnes dans des entreprises d'activités et de tailles différentes c'est que je cherchais à mieux comprendre comment est pratiquée la métrologie dans les entreprises. Je cherchais également, en allant rencontrer des grandes entreprises, moyennes et très petites entreprises, à voir et à approcher comment la métrologie appliquée fonctionne dans des contextes différents. Je cherchais l'existence qui montrerait, par-delà la taille et l'activité des entreprises, un ensemble de fonctionnements communs à l'activité métrologique.

Je constate que la **mise en place d'un suivi métrologique** dans une entreprise **réorganise les relations** entre professionnels mais **change** aussi **la perception** de la structure elle-même du point de vue des salariés. La métrologie **fait apparaître et favorise le fonctionnement global** de l'entité vivante «**l'entreprise**».

La métrologie appliquée à l'activité **solidarise** de fait les salariés d'un bout à l'autre de la chaîne des mesures. «**Toutes les mesures sont importantes**»⁴⁹⁸. Ce fait donne à l'opérateur de mesure, où qu'il soit dans l'entreprise, une part de la **responsabilité de la qualité métrologique globale de l'ensemble**. L'une des conséquences de cette nouvelle perception est que les salariés de l'entreprise, en comprenant mieux le fonctionnement de l'ensemble d'une démarche métrologique, **développent des attitudes de respect** pour les instruments de mesure et **améliorent ainsi la qualité des mesures tout en réduisant les coûts** de maintenance et de réparation des appareils de mesure⁴⁹⁹.

Par sa fonction fondamentalement fédératrice, la métrologie crée au sein de l'entreprise **une identité professionnelle différente et nouvelle basée sur la collaboration** et la confiance plus que sur une opposition hiérarchique «**fabricant/contrôleur**». Les systèmes de production où un ouvrier produisait et un autre contrôlait sa production disparaissent.

L'opérateur de mesure est autonome dans les limites d'un cadre conventionnel et respecté. L'opérateur de mesure, qui parfois ne passe qu'un huitième de son temps à mesurer (ou à lire

⁴⁹⁸ Entretien 6 – groupe C – Industriel

⁴⁹⁹ jusque-là assez mal traités

les résultats des instruments de mesure sur un cadran) a une responsabilité⁵⁰⁰ dans la chaîne des mesures de l'entreprise. Il est **acteur et responsable** et non plus simple exécutant dont la production sera contrôlée. Il est formé pour contrôler lui-même la validité de ses résultats.

L'objet de ces entretiens était aussi de repérer, pour ces huit entreprises, quels sont leurs besoins d'information, de sensibilisation à la culture métrologique et de formation en métrologie. Ces besoins exprimés sont de natures diverses.

Pour répondre aux réglementations et aux normes nationales, européennes et mondiales en matière de qualité des mesures, les entreprises ont des difficultés à évaluer leurs besoins métrologiques réels. Elles expriment la nécessité d'assurer la qualité des produits par une meilleure gestion métrologique des process de fabrication et ne veulent pas être prises en otage par les fabricants d'instruments de mesure qui leur proposent souvent une « surqualité » métrologique, coûteuse et inutile. Elles déplorent la surenchère métrologique.⁵⁰¹ Elles tentent de réduire leurs coûts métrologiques.

Une des manières de réduire les coûts métrologiques est de mettre en place, en interne, des actions de diffusion de la culture métrologique (souvent par le biais de l'assurance qualité). Ces actions ont pour objectif premier de développer chez tous les salariés un comportement métrologique de base. Elles consistent en particulier à sensibiliser le personnel au respect et à l'entretien des instruments de mesure.

Dans l'ensemble, les entreprises demandent un soutien pour acquérir les concepts de métrologie mal connus et des méthodes pour enregistrer correctement les mesures. Elles s'en feraient ainsi une alliée dans la prise de décision et le pilotage de l'activité de l'entreprise. Les très petites entreprises sont particulièrement conscientes de ce besoin métrologique d'aide à la décision.

Aujourd'hui, le dynamisme économique est tracté par les PME et les secteurs de l'artisanat, une « démocratisation » des fonctions métrologiques, jusque-là très favorables aux grandes entreprises sembler nécessaire⁵⁰². Cette « démocratisation » est en accord avec une métrologie

⁵⁰⁰ Il atteste de cette responsabilité lorsqu'il signe sa mesure.

⁵⁰¹ La surenchère métrologique tient dans le fait que les entreprises ne sachant pas très bien évaluer les besoins métrologiques nécessaires à leur activité, surdimensionnent leurs équipements et écourtent la périodicité d'étalonnage ou de vérification de leur parc d'instrument

⁵⁰² et en particulier à celles de l'armement

au service du plus grand nombre. C'est, d'une certaine manière, retrouver l'universalité de la métrologie en développant les conditions d'un mouvement qui va de quelques privilégiés (grands groupes) à l'ensemble de la société civile et économique.

Les métrologues

Démarche suivie

Pour approcher la métrologie scientifique telle qu'elle est perçue et pratiquée au quotidien dans les laboratoires de métrologie, je suis allée demander entre 2001 et 2002 à des métrologues de m'aider à mieux comprendre ce qui constitue la culture métrologique des professionnels de la métrologie. La démarche choisie est ici aussi de laisser largement la place aux métrologues. Ce sont eux les témoins et les experts d'un domaine peu connu du public la métrologie scientifique. Et je les remercie de leur aide.

Méthode et partenariat

Un réel partenariat est sollicité auprès des métrologues qui acceptent de répondre aux questions proposées concernant **les qualités d'un métrologue, les caractéristiques de la métrologie, l'évolution de la métrologie depuis quelques décennies, l'assurance qualité.**

Les métrologues donnent leur avis sur les liens entre **la confiance et la métrologie.** Ils définissent **la culture métrologique** et ce que devraient être, d'après eux, les **éléments d'une culture métrologique de base nécessaire à transmettre au grand public et aux publics scolaires.**

Les métrologues qui ont participé aux entretiens sont :

G.B., E.R. et M.E. scientifiques, métrologues en thermométrie; B.R., scientifique, métrologue en radiométrie, photométrie □ A.R. métrologue et scientifique dans le domaine de la longueur □ M.F., métrologue en pyrométrie et P.G. scientifique et métrologue, Directeur honoraire du BIPM, P.A, Métrologue, ingénieur général des Mines, C.K. neurobiologiste.

Entretiens et transcription

Les entretiens sont enregistrés soit à l'aide d'un dictaphone soit sur une caméra vidéo. Les entretiens retranscrits sont en annexe. Les entretiens sont préparés à l'avance. Leur but est pédagogique.

Premiers constats

« Mesurer, c'est comparer une grandeur physique inconnue avec une grandeur de même nature prise comme référence, à l'aide d'un instrument. C'est exprimer le résultat de cette comparaison à l'aide d'une valeur numérique, associée à une unité qui rappelle la nature de la référence, et assortie d'une incertitude qui dépend à la fois des qualités de l'expérience effectuée et de la connaissance que l'on a de la référence et de ses conditions d'utilisation. Les méthodes et conventions qui régissent la définition, l'évaluation et l'expression des résultats de mesure, unités et incertitudes sont partie intégrante du langage commun, à vocation universelle, de la métrologie. »⁵⁰³

La métrologie est souvent considérée comme une discipline théorique et scientifique, ce qui est vrai pour une bonne part mais cela ne suffit pas à contenir le domaine des relations de proximité qui sont à la base des échanges marchands ou non marchands. Les usages du mesurage sont très anciens et liés à l'expérience sensible, au bon sens et aux pratiques quotidiennes.

Qu'est-ce qu'un métrologue et quelles sont ses principales qualités ? – Synthèse -

Dans l'ensemble, le métrologue est quelqu'un à qui l'on peut faire **confiance** car si ses résultats de mesure ne lui semblent pas cohérents, il cherchera par tous les moyens à savoir ce qui ne va pas et il recommencera ses mesures autant de fois qu'il lui sera nécessaire. « *Une des caractéristiques essentielles d'un métrologue c'est que l'on ait confiance dans ses résultats.* »⁵⁰⁴ « Mesurer », le métrologue transmet à d'autres des mesures comparables. « *Une fois que le métrologue a fait ses mesures correctes, il doit faire en sorte que ces résultats soient compréhensibles pour les utilisateurs ultérieurs.* »⁵⁰⁵

« Le métrologue est un spécialiste qui consacre ses activités à l'ART du MESURAGE, c'est-à-dire à la recherche de la démarche quantitative adéquate permettant d'observer et apprécier expérimentalement, avec objectivité, avec circonspection et avec rigueur – en conformité avec des étalons de référence – les phénomènes qui nous entourent et qui se manifestent. Cette démarche est impérativement nécessaire à toute prise de connaissance, à toute prise de décision, à tout passage à l'acte dans des conditions optimales. »⁵⁰⁶

Les qualités d'un métrologue

⁵⁰³ Marc Himbert, Conférence de l'Ecole doctorale PROMEN NANCY 12-13 mai 1997 publiée dans « Récents progrès en Génie des Procédés » 1997

⁵⁰⁴ EM1

⁵⁰⁵ EM1

⁵⁰⁶ EM7

Dans un sondage auprès de 17 métrologues, la rigueur est sans aucun doute la qualité professionnelle première. Ensuite, l'honnêteté vient en deuxième position. L'esprit critique vient en troisième, le sens de la responsabilité en quatrième, acquérir la notion d'incertitude en cinquième position. Cinq autres métrologues, après la rigueur, privilégient le doute perpétuel, l'honnêteté scientifique et l'humilité en tant que qualités du métrologue.

Les caractéristiques de la métrologie

La nécessité de définition

La métrologie oblige ses praticiens à définir ce qu'il font. A la base de la métrologie, il y a une exigence de «*Définition*»⁵⁰⁷. La métrologie nécessite de définir ce que l'on mesure, afin «*de donner des résultats sous forme comparable*»⁵⁰⁸.

La question métrologique n'est pas de définir parfaitement un objet et un dispositif de mesurage parfait «*Mais de le définir en incorporant dans le processus toutes les faiblesses que l'on ne peut pas éviter.*»⁵⁰⁹

Les qualités de la métrologie

Pour les métrologues qui ont participé au recueil des données, la métrologie est **Objective**. Ensuite elle est **universelle et repose sur la confiance. Elle est ingrate, coûteuse en temps et en efforts et incertaine**. Elle est **neutre**.

L'évolution de la métrologie

Plusieurs métrologues s'expriment sur le sujet. Les évolutions récentes en métrologie sont d'ordres divers. Les unes sont celles de la métrologie scientifique, les autres de la métrologie légale et encore celles liées à l'élargissement de la culture métrologique et des pratiques de mesure de haute exactitude dans l'industrie et les métiers.

La métrologie bénéficie des avancées scientifiques dans les domaines tels que ceux de la physique quantique, de l'électronique ou de la photonique. Elle profite des performances des lasers, de la fibre optique et des micro-processeurs. La dématérialisation des unités de mesure

⁵⁰⁷ EM1

⁵⁰⁸ EM1

⁵⁰⁹ EM02

est aussi un grand changement car, si *“les unités du SI sont de plus en plus précises elles sont également de plus en plus loin de "l'utilisateur final".*⁵¹⁰

Un problème majeur reste celui du calcul des incertitudes. Et celui de transmettre aux entreprises des connaissances et des pratiques métrologiques qui leur sont utiles mais qu'elles trouvent difficiles à mettre en œuvre.

L'exigence des réglementations et l'application de normes métrologiques se développent au niveau européen et international. Ceci nécessite d'élargir et de consolider la fonction *“métrologie”* des entreprises (en interne et en relation avec les chaînes d'étalonnage). De cet élargissement de la fonction *“métrologie”* dans les entreprises, il résulte un transfert de compétence depuis les laboratoires métrologiques vers les entreprises. Les métrologues scientifiques en sont conscients. Ils sortent des laboratoires et aident et conseillent les entreprises sur leurs problèmes de mesure et de métrologie en France et à l'étranger. La métrologie des laboratoires et celle de l'industrie et des entreprises n'ont pas un même environnement. Ceci pose souvent des problèmes, entre autres, celui de la nécessité d'étalonner les instruments de mesure sur site.

Avant, c'est-à-dire il y a quelques années, les métrologues scientifiques et d'entreprises avaient un même bagage intellectuel ou presque, se connaissaient et se faisaient mutuellement confiance. Ils affinaient ensemble *«Des détails techniques pour satisfaire au mieux leurs besoins de précision.»*⁵¹¹ Aujourd'hui le développement de la fonction métrologique de l'entreprise semble parfois remettre en cause cette culture métrologique commune de proximité basée sur la reconnaissance et la confiance. La reconnaissance de compétences diffère et nécessite une vigilance accrue de la part des auditeurs de la qualité. Des actions de transfert de connaissance, de savoir-être et de savoir-faire se multiplient.

Les métrologues les plus anciens, ayant entre 20 et 35 ans de métier et plus, sont unanimes sur le fait qu'une nouvelle population de métrologues professionnels apparaît.

*« Il y a plusieurs modèles de métrologues. Ceux que j'appellerais de l'ancienne mode qui sont essentiellement des gens d'une patience inépuisable. »*⁵¹²

⁵¹⁰ EM4

⁵¹¹ EM1

⁵¹² PG EM2

« Il y a quelques années avec le système et la mise en place des systèmes d'assurance qualité, il est apparu des métrologues qui étaient complètement différents de ceux que j'avais connu avant. Ces métrologues là voulaient et veulent obtenir une accréditation mais en général ils n'ont pas encore fait leurs preuves de métrologue. Ce qui fait que l'on se retrouve à évaluer en même temps les métrologues et les systèmes d'accréditation. C'est complètement nouveau. »⁵¹³

« On s'aperçoit que l'on commence à avoir deux types de métrologues, ceux qui sont capables de faire des étalonnages dans un milieu contrôlé et contrôlé par d'autres qu'eux-mêmes et ceux qui sont capables d'aller dans les entreprises pour voir ce qui s'y fait réellement et d'être capables de faire des étalonnages sur site et là on se rapproche ici de la mesure industrielle. »⁵¹⁴

Avant

Avant que la métrologie ne devienne nécessaire dans la quasi-totalité des entreprises, les métrologues de laboratoire comme l'exprime G.B se devait «*faire la plus belle métrologie possible sans se préoccuper vraiment des incidences sur le milieu industriel.*»⁵¹⁵ Seules les très grandes entreprises notamment celles de l'armement entretenaient des laboratoires de métrologie qui se raccordaient aux chaînes d'étalonnage universelles.

Les métrologues d'entreprises et ceux des laboratoires se connaissaient. Un métrologue, responsable d'un laboratoire du BNM pratiquant la métrologie depuis plus de 35 ans de métier dit «*On savait ce qu'ils avaient fait, ce qu'ils avaient publié, on les considérait comme des scientifiques et on savait qu'ils étaient bon.*»⁵¹⁶

Maintenant

Avec la mise en place des réglementations liées à la traçabilité des produits, l'environnement, la sécurité alimentaire, chimique ou nucléaire par exemple et le développement des certifications et de l'assurance qualité, la métrologie entre de plus en plus largement dans les entreprises. Les métrologues scientifiques sortent des laboratoires pour aider les industriels. Ils viennent en aide particulièrement à ceux qui veulent se faire accréditer. Ils les accompagnent lors de l'adaptation de leurs dispositifs de production aux spécificités nouvelles exigées par le cadre législatif et réglementaire des marchés mondiaux, européens ou nationaux. Cependant lorsqu'un laboratoire d'entreprise demande à être certifié, il n'a pas

⁵¹³ GB E.M1

⁵¹⁴ GB E.M1

⁵¹⁵ BG E.M1

⁵¹⁶ BG E.M1

forcément le personnel nécessaire. Et il semblerait même que certaines entreprises ne cherchent à obtenir une certification que pour l'aspect commercial qui en découle sans chercher à se servir des dispositifs métrologiques nouvellement et volontairement développés pour améliorer ses procédés de fabrication□

Certains métrologues s'indignent contre ce qui pour eux est une perversion de l'esprit métrologique. Un métrologue expérimenté pose la question□ «*Combien d'entreprises utilisent les certificats d'étalonnage pour appliquer les corrections□ Quand un instrument a besoin d'être étalonné, l'auditeur qualité demande à ce que lui soit présenté le certificat d'étalonnage, c'est bien, mais l'auditeur devrait aussi regarder si ce certificat d'étalonnage est utilisé*□»⁵¹⁷

L'incertitude de mesure

Tous les métrologues le disent□un résultat de mesure sans incertitude associée n'est pas un résultat de mesure□

« De nombreuses causes d'erreur viennent affecter le résultat brut d'un mesurage : la grandeur mesurée elle-même est parfois mal définie, varie dans le temps, ou l'espace, ou bien est affectée par le procédé de mesure ; les capteurs et instruments utilisés présentent le cas échéant des défauts ; le mode opératoire utilisé introduit des erreurs ; de nombreuses "grandeurs d'influence" caractérisant les conditions d'ambiance influent sur le résultat... Il faut introduire des corrections pour compenser ces erreurs. Ce résultat n'est pas une valeur certaine: il est issu de résultats présentant une certaine dispersion, et de plus il existe une certaine méconnaissance de la valeur de chaque correction individuelle, donc de la correction totale. Une fois prises en compte toutes ces causes d'erreur, on appelle incertitude de mesure le paramètre associé au résultat qui caractérise la dispersion des valeurs numériques et qui peut être, raisonnablement, attribuée au mesurande⁵¹⁸. »⁵¹⁹

« Chaque mesure est polluée par quelque chose qui n'est pas toujours évident à imaginer. L'étude critique du processus de mesure est toujours très difficile même dans les processus de mesure (ou qui paraissent les plus simples), il y a des phénomènes polluants dont la contribution à l'incertitude est quelquefois très difficile à évaluer. »⁵²⁰

L'incertitude de mesure résulte du fait qu'un résultat de mesure est entaché d'erreur. Pour calculer le plus justement possible l'incertitude de mesure, l'opérateur de mesure doit définir

⁵¹⁷ GB EM1

⁵¹⁸ On appelle mesurande, m une grandeur particulière soumise à un mesurage. Exemple : pression de vapeur d'un échantillon donné d'eau à 20 ° (extrait du VIM § 2.6 – p. 20.)

⁵¹⁹ Marc Himbert

⁵²⁰ PG EM2

un ensemble des paramètres d'influence qui peuvent modifier l'objet mesuré et les résultats du dispositif de mesure. C'est pourquoi l'opération de mesure nécessite de définir ce que l'on mesure, avec quel instrument ou dispositif de mesure, dans quelles conditions d'utilisation, en prenant également en compte l'opérateur lui-même. Entrent dans le calcul d'incertitude de nombreux paramètres d'influence.

Les laboratoires de métrologie sont en condition de minimiser les paramètres d'influence.

« Quand on compare deux thermomètres dans un bain déterminé, on s'est débrouillé pour que ce bain soit bien homogène, bien stable pour que l'on utilise un même instrument pour mesurer l'un et l'autre instrument. Les instruments sont immergés de la même façon pour que l'incertitude soit la plus faible possible. Dit autrement, on a mis en place un système où les corrélations jouent de telle façon que l'on a un système d'étalonnage robuste. Si on fait une erreur, elle est reproduite de même façon sur les instruments ce qui fait que d'une certaine manière l'erreur disparaît. Même si mon bain n'est pas à la bonne température, utilisé pour les deux instruments, l'étalonnage sera correct. Et donc on voit que la caractéristique d'un laboratoire d'étalonnage c'est de s'être affranchi des paramètres d'influence. »⁵²¹

Les entreprises, par contre, utilisent leurs instruments de mesure dans des conditions totalement différentes de celles des laboratoires. Un métrologue de laboratoire explique les conditions de la métrologie sur site, en entreprise : « *Nous ne sommes pas maître du démarrage du tour, de la mise en route de l'ascenseur qui passe à côté, de l'humidité ou de l'eau qui environne tous les instruments de mesure. Nous sommes obligés de faire avec.* »⁵²²

De ce fait les calculs d'incertitude s'avèrent parfois très complexes pour les métrologues d'entreprise même si leurs instruments sont raccordés à une chaîne d'étalonnage robuste.

« Et là d'un seul coup, on touche un des problèmes essentiels des industriels qui apparaît depuis quelques années. En fait ce qu'il faut pour améliorer les processus industriels ce sont les mesures et non pas les étalonnages ! Dans le domaine des températures par exemple, l'incertitude d'étalonnage sur le capteur, ce n'est rien du tout à côté des paramètres d'influence. »⁵²³

L'incertitude et le métrologue

⁵²¹ EM1

⁵²² EM1

⁵²³ MH

« Pour lui l'incertitude fait partie de la règle du jeu et c'est une partie fondamentale surtout au Bureau international des poids et mesures où l'on est sensé procurer des étalons à tous les pays qui en ont besoin. »⁵²⁴

« Pour toute mesure, il est nécessaire d'avoir un schéma que l'on doit respecter mais à mon avis cette approche théorique n'est pas suffisante, elle doit s'alimenter de scepticisme et d'un scepticisme inépuisable. C'est-à-dire même pour une mesure que l'on a faite et refaite, on n'est jamais sûr de ne pas avoir oublié quelque chose dans un petit coin. »⁵²⁵

⁵²⁴ EM2

⁵²⁵ E.M02

Les étalonnages et le raccordement métrologique

L'étalonnage des instruments de mesure est une obligation réglementaire pour les entreprises certifiées mais aussi pour toutes celles des domaines réglementés par des dispositifs de normalisation obligatoires, par exemple la distribution d'eau potable.

« Mesurer a aussi pour finalité d'asseoir les résultats de mesure sur des bases reconnues sans équivoque par plusieurs partenaires, que ce soit à des fins scientifiques, commerciales, ou d'expertise légale. Cela nécessite l'existence de références dont les caractéristiques sont clairement établies. Ce peut être la référence de travail d'un établissement ou d'un laboratoire, périodiquement étalonnée, par comparaison (à nouveau !) à une référence d'incertitude plus faible, c'est-à-dire située à un niveau plus élevé dans ce qu'on appelle la hiérarchie d'une chaîne d'étalonnage.

Au sein de cette hiérarchie, les comparaisons sont entreprises selon des méthodes et des procédures de plus en plus élaborées et contraignantes. Le stade ultime de la hiérarchie nationale est la matérialisation dite primaire des unités les plus fondamentales permettant d'accéder à la grandeur. Il n'est plus question alors d'étalonnage, mais de mise en pratique de la définition de l'unité. Seules des inter-comparaisons effectuées entre des montages indépendants permettent de préciser l'incertitude, on dit l'exactitude de réalisation. Le Bureau National de Métrologie est en France le garant de la traçabilité des mesures »⁵²⁶

Les métrologues mettent donc au point des chaînes d'étalonnage internationales où viennent se raccorder les utilisateurs de différents domaines. Dans les laboratoires, un maximum de paramètres d'influence peuvent être stabilisés. Les calculs d'incertitude se font dans des conditions d'optimisation. Ceci est important car les laboratoires sont responsables de la solidité des chaînes d'étalonnage par le raccordement à des étalons traçables et stables. « *Une des caractéristiques essentielles d'une chaîne d'étalonnage est d'être robuste.* »⁵²⁷

La solidité des chaînes d'étalonnage repose aussi depuis plusieurs années sur la multiplication des comparaisons inter-laboratoires. Ces comparaisons internationales demandent la mise en place de protocoles et une discipline spécifique afin de pouvoir comparer des résultats entre eux.

« Comparer des mesures faites dans différents pays nécessite de les faire sur des objets comparables. Il y a toute une discipline à mettre au point qui consiste à comparer des objets comparables, à les manipuler de façon comparable, de donner des résultats sous forme comparable. Il y a donc tout un corps de discipline à formaliser. »⁵²⁸

⁵²⁶ Marc Himbert

⁵²⁷ EM1

⁵²⁸ EM2

Le rapport entre confiance et métrologie

Je rapporte les avis des métrologues sur cette question qui lie la confiance et la métrologie☐

« Les liens entre confiance et métrologie sont particulier : on lie une mesure (la métrologie) à une qualité (la confiance), donc du quantitatif est lié au qualitatif, ce qui correspond à une problématique scientifique peu courante. »⁵²⁹

« L'art de la métrologie c'est de donner confiance dans des mesures qui par définition sont incertaines. C'est aussi l'art d'adapter, quand c'est possible, l'incertitude aux besoins de l'utilisateur pour qu'il puisse avoir confiance dans un résultat adapté à ce qui lui convient. »⁵³⁰

« Les pseudo-experts se méfient souvent des métrologues (qui risquent d'ébranler leurs certitudes). La métrologie est parfois subversive. »⁵³¹

«☐Pour que cette confiance en la métrologie soit justifiée, il est en plus nécessaire d'avoir confiance☐

- dans l'impartialité de la source d'informations métrologiques
- sur l'expérience des échanges avec l'auteur des informations métrologiques
- accepter d'avoir confiance (nombre de personnes refusent a priori d'avoir confiance dans des organismes et n'accordent crédit qu'aux mesures qu'ils effectuent eux-mêmes, parfois (souvent) avec moins de compétence.)⁵³²

« La métrologie sert à avoir confiance et à inspirer confiance dans les résultats de mesures et les résultats d'essais, afin d'utiliser ces résultats pour prendre des décisions dans les meilleures conditions. »⁵³³

« La métrologie est ce qui permet de rétablir la confiance lorsqu'il y a divergence d'appréciation. C'est aussi ce qui permet de faire confiance à un fournisseur, même éloigné, lorsqu'on sait qu'il est raccordé aux chaînes d'étalonnage pertinentes et qu'il respecte correctement les spécifications. »⁵³⁴

La métrologie pour tous, oui, mais que transmettre ?

⁵²⁹ BDL

⁵³⁰ JB

⁵³¹ JM

⁵³² JM

⁵³³ MH

⁵³⁴ TG

La réunion a eu lieu en 23 mars 2000, dans la salle de lecture de l'Institut national de Métrologie et a duré une heure. Six métrologues ont participé à la rencontre dont l'objet était de discuter cette question. Les réponses sont considérées comme des indicateurs de tendance.

D'un avis général, dans les classes du primaire, les élèves devraient savoir d'où vient la métrologie et à quoi elle sert. Il faudrait leur montrer d'où est issue et en revenant aux origines pourquoi elle est telle qu'elle est aujourd'hui. L'histoire de la mesure est importante pour montrer l'intérêt universel de la métrologie, car d'une manière ou d'une autre, elle existe partout dans le monde.

En partant de l'expérience, il faudrait raccorder les mesures avec la réalité et le quotidien, c'est-à-dire faire mieux comprendre aux enfants que dans leur vie de tous les jours ils ne peuvent pas se passer de mesure. On peut aborder la mesure du quotidien de façon pragmatique (exemple : la pesée au supermarché) et raccorder ce quotidien à ce que les élèves apprennent de façon plus théorique.

Il faudrait que les enfants comprennent que la mesure est une question de comparaison. Il serait donc intéressant de commencer la sensibilisation par la comparaison et ensuite introduire la notion de métrologie, c'est-à-dire comparer un résultat à un étalon dont on connaît la valeur. Il devient nécessaire d'introduire la notion d'incertitude et d'erreur de mesure, en donnant par exemple un même objet à mesurer à plusieurs élèves et en les aidant à réaliser un bilan des causes possibles d'incertitude⁵³⁵. Il faudrait montrer aux élèves que la métrologie est une science vivante et qu'elle évolue.

À la fin du cycle primaire, sans amener les élèves à définir les unités, il serait nécessaire qu'ils connaissent bien les unités et qu'ils soient capables d'exprimer une longueur en mètre, (m), un temps en seconde, (s). Etc. Au collège, les élèves devraient commencer à aborder la métrologie avec une sensibilisation à l'incertitude de mesure⁵³⁶ (pendant les travaux pratiques). Pour les élèves de BEP ou CAP, il serait nécessaire de développer leur intérêt pour la métrologie par des bases solides et pragmatiques, sans calculs savants. Il serait important que tous les futurs professionnels comprennent qu'il faut s'assurer que l'indication que donne

⁵³⁵Les amener à considérer la pratique des 5 M – c'est-à-dire considérer que l'incertitude de mesure peut provenir de la Main d'oeuvre, de la Méthode, du Moyen, de la Matière et du Milieu.

⁵³⁶et d'intervalle de confiance

un appareil de mesure est une valeur vraisemblable et qu'une indissociable incertitude est liée au résultat de mesure. Enfin il faudrait vérifier et mettre à jour les définitions des manuels scolaires et ceux des apprentissages.

Sensibiliser le public

Plus qu'une meilleure connaissance des grandeurs fondamentales, il faudrait que les gens se posent la question de la justesse de leur instrument de mesure, soit être en mesure de valider raisonnablement un résultat donné par un instrument de mesure. La sensibilisation du public devrait réveiller une sorte de doute face à l'idée que ce qui est écrit est vrai. C'est prendre conscience que ce qui est écrit sur un écran est une information traitée par plusieurs dispositifs de mesure électroniques, des capteurs et d'autres appareils, que tout cela peut changer, dériver, rencontrer des problèmes annexes, comme le fait que les piles de l'appareil peuvent être déchargées, etc. Ceci est d'autant plus vrai que les résultats de mesure donnés par les appareils sont de plus en plus souvent affichés sur un écran. Sensibiliser aussi le public aux incertitudes de mesure et au concept de mesures traçables.

Conclusion des entretiens avec les métrologues

Les métrologues mettent en évidence de profonds changements entre un «*avant*» où la métrologie sortait peu des laboratoires et un «*maintenant*» où elle se développe de plus en plus dans toutes les activités de la société. La fonction métrologique d'entreprise, allant en s'amplifiant, nécessite une mobilisation des métrologues scientifiques qui doivent à la fois assurer une part des transferts de compétences vers les industriels mais aussi transmettre des savoir-être. *«Être métrologue, c'est d'une certaine manière plus une manière d'être que quelque chose qui s'apprend.»*⁵³⁷ La confiance dans les échanges métrologiques ne peut se perpétuer que si les «*nouveaux*» professionnels acquièrent des qualités spécifiques liées à la culture métrologique. Parmi ces qualités, la rigueur est première, mais aussi l'honnêteté et le sens des responsabilités sont essentiels. Les métrologues posent la question de la difficulté réelle des entreprises pour répondre aux exigences métrologiques. Le calcul d'incertitude reste un souci, même pour des métrologues expérimentés. Dans les laboratoires du BIPM ou du BNM, les professionnels agissent sur leur environnement pour réduire fortement les paramètres d'influence. Ce problème de calculs d'incertitude de mesure plus complexe dans les entreprises où les paramètres d'influence sont plus nombreux et moins connus et maîtrisés que dans les laboratoires de métrologie scientifique. Enfin, tous les métrologues rencontrés sont conscients de la nécessité de transmettre une culture et des savoir-être métrologiques de base.

⁵³⁷ EM1

Conclusion générale des entretiens

Les entretiens que nous avons présentés montrent clairement que la perception du mot «*métrologie*» est parfois inexistante jusqu'à être confondu avec «*météorologie*» quand ce n'est pas avec «*la science des transports urbains*».

La métrologie peut être floue ou inexprimée (comme ce fabricant de fromages découvrant au cours de l'entretien qu'il fait bien plus de mesure qu'il ne le pensait), voire réduite à quelques notions squelettiques (le système métrique).

Elle est très variable selon les personnes interrogées. Mais, et cela sera très important pour la suite de notre travail, cette variation de l'interprétation du mot ne se fait pas au hasard. Elle est liée à la situation objective où se trouvent les différents interlocuteurs.

Ainsi, pour les industriels interrogés, la mesure est une activité permanente, qui peut mobiliser pour la fabrication plus de la moitié des effectifs de l'établissement. Elle est utile pour s'assurer que l'on ne s'éloigne pas des spécifications prévues, ni des tolérances acceptables. Cette attitude correspond à la situation objective où se trouve l'entreprise. Son rôle est de transformer la matière pour satisfaire ses clients. Pour elle l'univers de référence est constitué, d'une part d'un produit idéal, et de l'autre de matériaux indisciplinés et de machines approximatives. Le métier de l'entreprise est d'obtenir un produit réel qui s'approche autant que possible du produit idéal sans jamais arriver à l'atteindre. Bien plus, il est de gérer un compromis, car la grande précision coûte cher et les défauts de qualité encore plus. Dès lors, on comprend pourquoi les industriels arrivent très vite à la notion d'incertitude, aux calculs d'approximation, même lorsqu'ils opèrent dans des techniques classiques, telles que la menuiserie ou la fabrication de tuyaux plastiques.

Certaines entreprises travaillent au micron, d'autres au dixième de millimètre, d'autres au millimètre seulement, mais tous parlent le même langage—celui de l'incertitude et de l'effort nécessaire pour se conformer aux spécifications. Les professionnels signalent que la métrologie a beaucoup progressé dans les entreprises pendant les dix dernières années sous l'influence des normes selon ISO et de l'informatique.

La situation des enseignants est autre. Leur discours reflète, là encore, les caractères particuliers de leur situation. Pour eux, le mot métrologie évoque la connaissance des unités, celles du système métrique décimal d'abord, et aussi les unités anglo-saxonnes et les difficultés de conversion qu'elles posent. Ils regrettent que le système métrique ne soit plus

enseigné dans le primaire et que les élèves ignorent les ordres de grandeur usuels. Ils trouvent ce qu'on leur demande d'enseigner trop « abstrait », en ce sens qu'il présente pour acquis des chiffres dont on n'apprend pas à vérifier comment ils ont été obtenus (enseignant d'économie). La notion d'incertitude est très peu présente dans leur discours, alors qu'elle revient constamment dans celui des industriels. On ne peut se défendre de l'impression que les enseignants subissent et regrettent une dérive cléricale (ou dogmatique) de l'institution scolaire, en ce sens que les résultats y sont présentés comme des certitudes.

Pour mieux faire comprendre le contraste entre l'approche des industriels et celle des enseignants, supposons, pour fixer les idées, un objet simple, par exemple une petite cale cylindrique en acier de 2 cm de diamètre et de 0,5 mm d'épaisseur. L'industriel la verra comme un solide approximatif, se demandera avec quelle précision elle a été usinée, et qu'est-ce qu'il lui faudrait comme outil pour la reproduire avec une tolérance correcte. L'enseignant la verra au contraire comme un cylindre parfait, incarnation contemporaine de l'archétype platonicien du cylindre, et se demandera avec quoi il pourrait le mesurer. La mesure étant là pour détecter la forme théorique qu'il représente, laquelle est prioritairement objet d'enseignement. Cependant les enseignants dénoncent les difficultés et déplorent un enseignement qui accentue la distance entre l'abstrait et le sensible. Enfin les métrologues scientifiques qui sont au cœur de l'activité métrologique internationale. Ils partagent ici une culture métrologique et s'expriment sur leur métier. En valorisant ici quelques-unes des paroles d'enseignants, d'industriels et de métrologues, il faut en convenir et pour plagier Petit, je dirais que « *But n'est pas dit, il s'en faut bien, mais je crois qu'il y a assez de choses pour remplir mon objet* »⁵³⁸ Celui étant de poser des bases, même modestes, d'un nouveau mouvement de réduction en art. Hélène Vérin fait l'hypothèse que « *La réduction en art constitue un paradigme de la connaissance, c'est-à-dire que l'on peut y repérer un modèle qui structure des pratiques de connaissance identifiables* ».⁵³⁹

La réduction en art, à toutes les époques où elle apparaît et se développe, tente de rendre intelligibles et utiles au plus grand nombre, des connaissances et des savoir-faire d'un art ou d'une science. « *en vue du bien général.* »⁵⁴⁰

⁵³⁸ R. Petit. *Opus cit*, p.2

⁵³⁹ Hélène Vérin, "Généalogie de la "réduction en art" Aux sources de la rationalité moderne" In Les nouvelles raisons du savoir Prospective de la connaissance Ed. de l'Aube, La Tour d'Aigues, 2002, p. 34

⁵⁴⁰ Hélène Vérin, *Opus cit* p.29

L'ÉCOLE ET LA MESURE

Lien entre école et métrologie

D'après les documents historiques étudiés, **il semblerait qu'un lien indissociable existe à l'origine entre la métrologie et l'enseignement.** Il semblerait même qu'à chaque changement de système métrologique, apparaisse aussi un changement scolaire. Ainsi Charlemagne unifie les mesures et développe l'école. La Révolution française institue le système métrique décimal et contribue au développement de l'école pour tous. Cette concomitance n'est sans doute pas le fait du hasard, mais il reste à découvrir ce qui détermine cette co-évolution de la mesure et de l'enseignement. C'est à l'aune de l'usage quotidien qu'il faut comprendre ces évolutions par-delà les différences de culture ou même en surmontant l'éloignement dans le temps et l'espace. Des exercices scolaires de comptabilité d'élèves, apprentis ou étudiants ont été retrouvés sur des tablettes d'argile mésopotamiennes. Les Mésopotamiens étaient comptables et bons commerçants. Ils étaient aussi des enseignants. Il existait un enseignement du calcul et de la mesure, au moins pour les apprentis scribes. Jim Ritter dans sa conférence à l'Université de Tous les Savoirs (UTL) en l'an 2000 montra une tablette d'argile qui était à l'origine un exercice d'arithmétique scolaire, dont les résultats par ailleurs étaient faux.

«A peu près 85 % des 3900 tablettes trouvées à Uruk [en Mésopotamie] sont des textes de comptabilité, les 15 % restants sont des listes de signes, groupés par thèmes (nom des professions, villes, plantes, etc.), et utilisées dans l'enseignement. »⁵⁴¹

Ce que l'on sait de la métrologie mésopotamienne, par les collections de poids et l'abondance des documents comptables, est le plus souvent lié à l'activité commerciale. La situation de la Mésopotamie, entre la Méditerranéenne et l'Inde, et sa fertilité génèrent des surplus agricoles, qui sont des facteurs favorables au développement des échanges. Or, les outils de l'échange ne sont-ils pas l'écriture (pour prendre acte des transactions et des droits de propriété), la mesure (pour s'entendre sur les termes de l'échange) et l'école (pour perpétuer et unifier les pratiques) ? On pourrait y ajouter aussi les tribunaux saisis des litiges commerciaux. Il y a donc quelques raisons de supposer qu'en Mésopotamie, la concomitance de l'invention de l'écriture, de la mesure, de l'école et du judiciaire (le code d'Hammourabi) sont en quelque sorte une **conséquence du développement de la pratique des échanges**, laquelle imposait progressivement les nécessités de sa régulation par **le respect d'une métrologie commune.**

Les Egyptiens n'étaient pas commerçants, néanmoins ils avaient leurs écoles. Ils étaient de remarquables artisans, leurs monuments l'attestent. Les mesures d'usage dans les métiers étaient donc enseignées. On peut supposer que cette transmission se faisait sous forme «*compagnonnique*», c'est-à-dire dans le cercle restreint des professionnels, lesquels constituaient un sous-ensemble fortement personnalisé, comme le laissent supposer les fouilles du village des artisans de la Vallée des Rois.

L'Europe, carrefour d'échanges entre le Nord et le Sud, entre l'Est et l'Ouest, présente plus d'analogie avec la Mésopotamie qu'avec l'Egypte.□

Charlemagne, Henri II, les législateurs républicains, tous à l'origine d'une unification des poids et mesures, songent aux moyens de faire savoir aux populations que les règles métrologiques changent dans l'espace métrologique commun. Lors des grandes unifications métrologiques, l'école est chargée de diffuser les nouvelles mesures. Les populations sont concernées par le changement de systèmes de valeur de mesures dont ils vont se servir au quotidien.

À la Révolution, les nombreuses propositions d'uniformisation des poids et mesures incluent les moyens de «*Rendre familier l'usage de ces poids et de ces mesures*»⁵⁴². Réciproquement les projets concernant l'instruction présentée en nombre à l'Assemblée nationale à partir de 1790 incluent la pratique de la mesure. Les projets et plans diversement nommés «*Instruction publique*», «*Education publique*» ou «*Education nationale*» prévoient un enseignement du calcul, du mesurage, du toisé ou de l'arpentage (pour les garçons en premier lieu).

Enseignement de la nouvelle mesure

« Il faut apprendre à lire au peuple, à écrire et à compter – c'est la formule consacrée qui revient dans tous les projets. Mais pas à lire n'importe quoi – déjà l'abécédaire introduira l'enfant dans l'univers pur et transparent de la morale républicaine. De même, pas à compter n'importe quoi. Avec l'introduction du nouveau système des poids et mesures et l'instauration du nouveau calendrier, il s'agit d'initier les masses aux calculs impliqués par ces deux institutions républicaines chargées elles-mêmes des fonctions éducatives. [...] »⁵⁴³

⁵⁴¹ Jim Ritter. "Les nombres et l'écriture" in *Qu'est ce que L'univers*□ Yves Michaud, Sous la direction de. UTLS. Tome 4., Paris O. Jacob, 2001 P.118

⁵⁴² Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures. Opus cit,

⁵⁴³ Bronislaw Baczo. Une éducation pour la démocratie Textes et projets de l'époque révolutionnaire. Ed. Droz, Genève, 2000, p. 28

Les *Observations du Comité royal d'agriculture sur l'unification des poids et mesures*⁵⁴⁴ présentées à l'Assemblée nationale par Tillet et Abeille le 6 février 1790 rappelle cette double nécessité □ l'unification métrologique, c'est à la fois déterminer des poids et des mesures et créer les conditions de la diffusion et de l'adoption de ces mesures par les populations.

«Les difficultés à vaincre, pour remplir un si vaste projet, [l'unification des poids et mesures en France] sont de deux espèces : la détermination des poids et mesures qu'il serait le plus utile d'adopter, et le choix **des moyens propres à rendre familier l'usage de ces poids et de ces mesures**. Il paraît que c'est sous ce double rapport que la proposition dont il s'agit, doit être examinée. »⁵⁴⁵

Talleyrand présente à l'Assemblée nationale sa *Proposition sur les poids et les mesures, faite à l'Assemblée nationale* le 9 mars 1790. Il propose des moyens de diffusion.

«Il est seulement une difficulté qu'il importe d'éclaircir, et dont la solution est une partie même du projet : celle qui est fondée sur les obstacles qu'on rencontrerait en voulant introduire tout à coup, dans toute l'étendue du royaume, une multitude de mesures nouvelles et de poids différents, soit que l'on conservât les anciens noms, soit que l'on se crût obligé d'en changer. Il n'est point douteux que, quoique parfaites que fussent ces mesures, leur introduction subite et inattendue ne produise du désordre. [...] Mais, poursuit-il, pourtant que l'on ne pense pas qu'une telle résistance nécessite de bien grands efforts. Des moyens simples, prudemment aménagés, de la patience dans l'exécution, **surtout une instruction claire qui pénétrera doucement tous les esprits**, doivent suffire pour opérer un changement qui n'est au reste que ce que vous avez déjà fait. [...] »⁵⁴⁶

Talleyrand propose de comparer les mesures locales aux mesures nouvelles et de réaliser des «Instructions □ et des tables de conversion qui seront largement distribuées dans toute la République.

« Il sera envoyé de nouveaux étalons à toutes les municipalités avec **des instructions** qui feront sentir la nécessité d'une réforme à cet égard, et **auxquelles seront jointes des tables imprimées** [...]. Dans ces tables se trouveront les rapports exacts de toutes les anciennes mesures avec les nouvelles. »⁵⁴⁷

⁵⁴⁴ "Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures", *Archives parlementaires*, Opus Cit., Tome 11, p. 467

⁵⁴⁵ Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des Poids et mesures, *Archives parlementaires*, Opus Cit., Tome 11, p. 467.

⁵⁴⁶ Talleyrand, Proposition sur les poids et les mesures faite à l'Assemblée nationale en séance du 9 mars 1790. *Archives parlementaires*. Opus Cit., T. XII. P. 107.

⁵⁴⁷ Talleyrand. *Opus cit*, p. 107.

L'Assemblée nationale Constituante en séance du 8 mai 1790☐

« Décrète en outre que **ces livres élémentaires seront adressés à la fois dans toutes les municipalités pour y être répandus et distribués**; qu'en même temps, il sera envoyé à chaque municipalité un certain nombre de nouveaux poids et mesures, lesquels seront délivrés gratuitement par elles à ceux que ce changement constitueroit dans des dépenses trop fortes; enfin, que six mois seulement après cet envoi les anciennes mesures seront abolies et remplacées par les nouvelles. »⁵⁴⁸

Mirabeau introduit l'art de la mesure dans ses plans d'éducation publique☐ « *Travail sur l'Education publique trouvé dans les papiers de Mirabeau l'aîné, et publié par P.J.G. Cabanis* »⁵⁴⁹ en 1791.

« Art. 4 – [...] Le maître d'école sera autorisé à recevoir une rétribution de ses élèves : il enseigne à lire, écrire, calculer, et même s'il est possible **à lever des plans et arpenter.** »⁵⁵⁰

Les 10, 11 et 19 septembre 1791

Au nom du Comité de constitution, un projet de loi sur l'instruction publique est présenté par Talleyrand du Périgord, rapporteur.

Dans les écoles primaires, il sera enseigné☐

« 1° Les principes de la langue nationale, soit parlée, soit écrite, ; car le premier besoin social est la communication des idées et des sentiments. Les règles élémentaires du calcul seront placés presque en même rang, puisque **le calcul est aussi une langue abrégée** dont les rapports inévitables de la société rendent à tous l'usage nécessaire. **Il faut joindre celle du toisé qui est l'application du calcul à la mesure** des héritages et des bâtiments, objets de l'intérêt journalier des citoyens, et par rapport auxquels les lumières générales peuvent prévenir ou terminer la plupart des contestations qui les divisent. »⁵⁵¹

Les 20 et 21 avril 1792

Condorcet présente à l'Assemblée législative, au nom du Comité d'instruction publique, un projet de décret sur l'organisation de l'Instruction publique.

⁵⁴⁸ Extrait du Décret de l'Assemblée nationale du 8 mai 1790 *Opus cit.*

⁵⁴⁹ Législation de l'Instruction primaire en France de 1789 jusqu'à nos jours. P. 7

⁵⁵⁰ Législation de l'Instruction primaire. *Opus cit.*, p. 8

⁵⁵¹ Bronislaw Baczo. *Opus Cit.*, p. 128.

« ART. 1^{er} - Dans les Ecoles primaires des campagnes, on apprendra à lire et à écrire; **on y enseignera les règles de l'arithmétique, les premières connaissances morales, naturelles et économiques, nécessaires aux habitants des campagnes.**

ART. 2 – On enseignera les mêmes objets dans les Ecoles primaires des bourgs et des villes ; mais on insistera moins sur les connaissances relatives à l'agriculture, et davantage sur **les connaissances relatives aux arts et au commerce.** »⁵⁵²



Le 13 juillet 1793

Le Plan d'éducation nationale de Michel Le Pelletier⁵⁵³ est présenté à la Convention nationale par Maximilien Robespierre :

« ART. 11 - Les garçons apprendront à lire, écrire, compter, et il **leur sera donné les premières notions de mesurage et d'arpentage.**

ART 12 – Les filles apprendront à lire, écrire, compter. »⁵⁵⁴

Le 1er août 1793

Le décret sur l'uniformité et « système général des poids et mesures, fondé sur la mesure du méridien de la terre et la division décimale, servira uniformément dans la République. »⁵⁵⁵

Art. 10 – La Convention charge l'Académie de la composition **d'un livre à l'usage de tous les citoyens**, contenant des **instructions simples** sur la manière de **se servir des nouveaux poids et mesures, et sur la pratique des opérations arithmétiques** relatives à la division décimale. »⁵⁵⁶

Le 21 octobre 1793

Le Décret relatif à l'organisation et à la distribution des première écoles, voté sur la proposition de Romme organise la première éducation des enfants.

« ART 3 – Ils apprennent à parler, lire, écrire la langue française. On leur fait connaître les traits de vertu qui honorent le plus les hommes libres, et particulièrement les traits de la Révolution française les plus propres à leur élever l'âme et les rendre dignes de la

⁵⁵² Extrait du projet de décret sur l'organisation de l'instruction publique présenté par Condorcet à l'Assemblée nationale le 20 et 21 septembre 1791.

⁵⁵³ Michel Lepelletier avait été assassiné en janvier de la même année.

⁵⁵⁴ Extrait du Plan d'éducation nationale de Michel Lepelletier, présenté à la Convention nationale par Robespierre le 25 messidor an I (13 juillet 1793)

⁵⁵⁵ Extrait du Décret sur l'uniformité et le système général des poids et mesures du 1 août 1793. Législation de l'Instruction primaire. *Opus cit*, p. 63

⁵⁵⁶ Législation de l'Instruction primaire. *Opus cit*, p. 64.

liberté et de l'égalité. Ils acquièrent quelques notions géographiques de la France. On leur donne les premiers notions des objets naturels qui les environnent, et de l'action naturelle des éléments. **Ils s'exercent à l'usage des nombres, du compas, du niveau, des poids et mesures, du levier, de la poulie et de la mesure du temps.** On les rend souvent témoins des travaux champêtres et des ateliers ; ils y prennent part autant que leur âge le permet. »⁵⁵⁷

Le 24 novembre 1793

la Convention nationale décrète la décimalisation des mesures de temps et de durée dans la loi «**Sur l'ère, le commencement et l'organisation de l'année, sur les noms des jours et des mois.**»

«La Convention nationale, après avoir entendu son Comité d'Instruction publique, décrète ce qui suit»

ART. 12 – Le Comité d'Instruction publique est chargé de faire **imprimer en différents formats, le nouveau calendrier avec une instruction simple** pour en expliquer les principes et l'usage. »⁵⁵⁸

Le 24 août 1794

La loi relative à la réorganisation des Comités de la Convention nationale décrète la mise en place d'un Comité d'Instruction publique.

« ART. 10 – Le **Comité d'Instruction publique a la surveillance** des Monuments nationaux, Bibliothèques publiques, Musées, Cabinets d'Histoire naturelle, Collections précieuses, **des Ecoles, du mode d'enseignement**, des inventions et recherches scientifiques, **de la fixation des poids et mesures** et des spectacles et des fêtes nationales. »⁵⁵⁹

Le 18 germinal de l'An III (7 avril 1795)

Cette loi relative au nouveau système des poids et mesures est considérée comme la loi fondamentale du système métrique décimal.

«ART. 12 – Les fonctions principales de l'agence temporaire seront»

3° De faire composer et de répandre les instructions convenables pour apprendre à connaître les nouvelles mesures et leurs rapports avec les anciennes.

⁵⁵⁷ Décret relatif à l'organisation et à la distribution des première Ecoles du 21 octobre 1793.

⁵⁵⁸ Extrait du Décret sur l'ère, le commencement et l'organisation de l'année, sur le noms des jours et des mois du 4 frimaire de l'an II. *Législation de l'Instruction primaire. Opus cit*, p. 81

⁵⁵⁹ Extrait de la loi relative à la réorganisation des Comités de la Convention Nationale. *Législation de l'Instruction primaire. Opus cit*, p. 97

4° De s'occuper des dispositions qui deviendraient nécessaires pour régler l'usage des mesures républicaines, et de **les soumettre au Comité d'Instruction publique**, qui en fera un rapport à la Convention nationale. [...]»⁵⁶⁰

Le système métrique décimal est donc institué comme enseignement de base dans l'école où il assure deux fonctions. Il devient une connaissance obligatoire et l'instrument de mesure de la performance des élèves par la note décimale. Il devient également un instrument organisateur et normalisateur de l'espace scolaire.

L'enseignement de la mesure sous les Troisième et Quatrième Républiques

Certains se souviennent des exercices de calcul mental et des conversions du système métrique décimal et des milliers de problèmes liés à la vie de tous les jours, tels que ceux-ci

«On a vendu 6 décimètres de ruban à 1 fr 50 centimes. Quel est le prix du mètre ? ». «Le prix d'un mètre de drap est de 16 francs; j'en voudrai seulement avoir 25 centimètres. Que dois-je payer ? »⁵⁶¹

«Une bonne femme voulant acheter de l'étoffe, il lui manquait 50 centimes pour avoir un mètre; de sorte que, pour l'argent qu'elle possédait, elle n'a pu en recevoir que 0 m, 90 centimètres Quel était le prix du mètre de cette étoffe ? »⁵⁶²

Ces exercices étaient le plus souvent des exemples de problèmes quotidiens à résoudre et liés à des situations concrètes une métrologie du quotidien en quelque sorte qui permettait aux citoyens même modestes de gérer leurs affaires familiales ou artisanales. Son enseignement comporte des applications pratiques. Les anciens élèves, aujourd'hui souvent grand-parents, gardent le souvenir du Compendium métrique qui trônait dans chaque classe. Cette armoire contenait une balance de Roberval, des poids en laiton, des mesures de capacité en fer blanc et des règles graduées. L'enseignement du système métrique décimal est sous la Troisième et Quatrième Républiques encore très fortement lié à ses origines révolutionnaires.

La note scolaire décimale

Avec l'école, la Révolution invente aussi la note scolaire décimale qui permet de mesurer et de comparer n'importe quel élève sur le territoire avec n'importe quel autre. Cette «métrologie» dans l'école est des plus paradoxales. Les examens nationaux évaluent uniquement des connaissances scolaires en définissant une valeur décimale d'un élève, en

⁵⁶⁰ Extrait de la loi du 18 germinal de l'an III. *Législation de l'école primaire. Opus cit*, p. 110

⁵⁶¹ Leysenne *La deuxième année d'Arithmétique, Opus cit.*, (cours supérieur (11 à 13 ans) inscrit sur la liste des ouvrages fournis gratuitement par la ville de Paris à nos écoles communales. 44 e édition, 1888, p.120

⁵⁶² Leysenne. *Opus cit*, p.123

rapport avec une somme de connaissances. Cette production des élèves est nécessairement faite de connaissances scolaires instituées. La valeur décimale va correspondre à une sorte de savoir-étalon scolaire, qui devient alors une norme. Par ailleurs des études et des recherches sérieuses (Pénombre – Lettre grise – c’est la note qui compte), montrent assez bien la subjectivité de la notation scolaire. Cependant, les résultats de mesure scolaires qui sont éventuellement une ou des moyennes, sont consignés dans le carnet scolaire des élèves et traités par la suite comme des données objectives, importantes voir décisives dans le parcours scolaire des élèves. Ceci est une métrologie contestable.

La normalisation de l’espace scolaire

Le système métrique décimal entre dans l’organisation de l’enseignement national en tant qu’agent normalisateur du temps, de l’espace et de la distance «obligatoire» entre les sexes. En lisant les textes législatifs de l’école, il semble qu’apparaît l’influence de Jeremy Bentham. Il eut une reconnaissance tant en France qu’en Europe en tant que pionnier de la gestion industrielle des institutions en général et de l’école.

Il écrit en 1771, dans son ouvrage «*Panoptique ou Mémoire sur un nouveau principe pour construire les maisons d’inspection, et nommément des maisons de force.*»

« Messieurs, écrit-il, Si l’on trouvoit un moyen de se rendre maître de tout ce qui peut arriver à un certain nombre d’hommes, de disposer tout ce qui les entoure, de manière à opérer sur eux l’impression que l’on veut produire, de s’assurer de leurs actions, de toutes les circonstances de leur vie, ensorte que rien ne pût échapper ni contrarier l’effet désiré, on ne peut pas douter qu’un moyen de cette espèce ne fut un instrument très-utile que les gouvernements pourroient appliquer à différens objets de la plus haute importance.

L’éducation, par exemple, n’est que le résultat de toutes les circonstances auxquelles un enfant est exposé. Veiller à l’éducation d’un homme, c’est veiller à toutes ses actions : c’est le placer dans une position où on puisse influencer sur lui comme on veut, par le choix des objets dont on l’entoure et des idées qu’on lui fait naître.»⁵⁶³

Dans l’utopie de Bentham, tout est pensé, réglé, organisé et mesuré. Placés sous le regard permanent d’un «pouvoir furtif»⁵⁶⁴, des individus sans âme obéissent dans un monde restreint et stérile où la créativité est devenue suspecte, voire impossible. Avec l’avènement,

⁵⁶³ Jeremy Betham, *Panoptique ou Mémoire sur un nouveau principe pour construire les maisons d’inspection, et nommément des maisons de forces*, Paris, Imprimerie nationale, 1771, 56 p. Ouvrage inclus dans «Jeremy Betham *Le Panoptique* précédé de *L’œil du pouvoir* entretien avec Michel Foucault», Ed. P. Belfond, Paris, 1977, pp.3- 4.

⁵⁶⁴ selon l’expression de Michel Foucault.

non de la Science mais du scientisme et la quasi-disparition de la notion d'incertitude de mesure, se réalise progressivement une dangereuse utopie □ celle d'une maîtrise totale du monde physique et une maîtrise de la pensée des élèves, des clients, du public et des citoyens.

L'école du XIX^e siècle

Presque un siècle après la Constitution de 1791, au milieu du XIX^e siècle, l'école pour tous est en devenir, mais la tâche est encore grande. À l'école et à l'asile, les enfants du peuple reçoivent quelques rudiments de lecture, d'écriture, d'hygiène de vie et une bonne dose de préceptes moraux.

Les élèves apprennent à utiliser le système métrique décimal en même temps que quelques gestes professionnels. La hiérarchie sociale est fortement construite par l'école et si la servitude a disparu légalement, les conditions de vie des ouvriers sont très difficiles. Certains ouvriers en France au début du XIX^e siècle vivent dans des conditions bien plus difficiles que les domestiques d'anciens domaines ecclésiastiques ou seigneuriaux bien gérés.

« Il n'est, à travers toute l'Europe de mots trop forts pour décrire la situation dégradée de la classe ouvrière, des classes populaires. En France selon *L'Ami de l'Enfance*, les classes pauvres sont « dégradées », « abâtardies ». En Belgique elle sont réduites à « l'état d'abjection », « déprimées, perverses et meurtrières », en Angleterre, « démoralisées » à Pise, à Berlin, à Genève, à Florence. Partout les enfants sont abandonnés par des parents obligés de gagner leur vie en atelier. »⁵⁶⁵

La création des crèches répond à une situation de danger réel des enfants du peuple en bas âge. Les parents ne peuvent pas s'occuper de leurs enfants et les confient à des nourrices aussi indigentes qu'eux. La pauvreté des ouvriers est grande. Lorsque Dickens écrit *Oliver Twist* et Victor Hugo « Les misérables », ils n'inventent pas. Ils rendent compte de la situation du peuple à leur époque. Face à l'absence des parents, les écoles et les asiles qui deviendront les écoles maternelles se multiplient. A ce moment de l'histoire industrielle, les parents dans la situation qui était la leur, furent en effet incapables de nourrir, vêtir et éduquer correctement leurs enfants. L'industrialisation naissante et déjà régnante détruit à fur et à mesure de son développement une grande part de l'organisation sociale ancienne où l'artisanat et les petits métiers faisaient vivre de nombreuses familles. La disparition des communs est une tragédie. Un nombre important de familles pauvres sont venues massivement s'agglutiner autour des

⁵⁶⁵ Michel Bouillé, *L'école, l'histoire d'une utopie 1789-1914 – début XX^e* Rivages/Histoire, Paris 1988, p.20

viles⁵⁶⁶. Toute une part de la production artisanale et familiale disparaît avec le changement technologique. La production industrielle, non encore automatisée avec des robots, utilise une main d'œuvre considérable dont les enfants et souvent dans les pires conditions. Zola en écrivant «*Germinal*» ou «*l'Assommoir*» rendait compte aussi de ses observations. Les descriptions de P. Pietra-Santa, *Sur les salles d'asile* de Paris en 1854, Napias dans «*Hygiène des écoles primaires et des écoles*» en 1884, parlent de «*Membres tristement distendus, poitrine aplatie, face petite et rabougrie*» ou «*faiblesse et pâleur excessives*».

Les enfants sortis de la rue ou de la garde des nourrices incompetentes furent de plus en plus nombreux à fréquenter les institutions préscolaires et scolaires.

L'organisation de l'espace scolaire au XIX^e siècle

A la lecture des textes réglementaires tentant d'organiser de manière rationnelle l'école du XIX^e, il semble que l'école subit une avalanche de normes scolaires, un «*délire rationnel*» pour une sorte d'industrialisation de l'école – tout comme on produit des objets en série, on tente de produire des élèves en série.

«L'organisation d'un espace sériel fut une des grandes mutations techniques de l'enseignement élémentaire. Il a permis de dépasser le système traditionnel (un élève travaillant quelques minutes avec le maître, pendant que demeure oisif et sans surveillance le groupe confus d'enfants de ceux qui attendent). En assignant des places individuelles, il est rendu possible le contrôle de chacun et le travail simultané de tous. Il a organisé une nouvelle économie du temps d'apprentissage. Il a fait fonctionner l'espace scolaire comme une machine à apprendre, mais aussi à surveiller, à hiérarchiser, à récompenser.»⁵⁶⁷

L'école au XIX^e siècle se « métrise » et se normalise

L'école semble devenir un lieu idéal pour l'exercice de la rationalité. Tout s'y réglemente, l'espace, le temps, la disposition géographique des élèves, les contenus enseignés, l'air que l'on respire, la discipline et les récompenses.

«Le plan de l'école est l'inscription dans l'espace d'un savoir multiforme : technique, scientifique, médical, pédagogique, politique. Il rend compte de l'aménagement des volumes – salles de classe, cours de récréation, préaux -, de l'implantation du mobilier scolaire, des échanges avec l'extérieur – lumière, aération -, de la situation par rapport

⁵⁶⁶ Le phénomène se poursuit de manière similaire aujourd'hui. Une multitude de paysans sont chassés de leurs terres par des multinationales occidentales. Les familles affamées viennent ensuite massivement s'agglutiner dans des bidons-villes à proximité des grandes villes.

⁵⁶⁷ Michel Foucault. *Surveiller et punir*, Gallimard, Paris, 1975, p.172

aux autres édifices. On ne peut être étonné par l'incroyable minutie des dispositions, l'étonnant dispositif mis en place, si surprenant qu'il en est quasiment irréalisable. »⁵⁶⁸

Par le décret organique du 22 mars 1855, le volume d'air dont dispose chaque enfant admis dans une salle d'asile est de deux mètres cubes. Les fenêtres sont régulièrement ouvertes pour aérer les classes et en chasser l'air vicié par les respirations des élèves et les moyens de chauffage. Par la loi du mois de mars 1855, les salles d'asile sont situées au rez-de-chaussée. Elles sont (ou devraient être) «*planchées et autant que possible éclairées, des deux côtés*»⁵⁶⁹ La réglementation définit le bon éclairage. Les problèmes de vue sont nombreux. Une bonne luminosité améliorerait la position assise des élèves qui se déforment la colonne vertébrale en essayant de mieux voir.

Par arrêté du 17 juin 1880, la salle de classe sera rectangulaire. La classe de 48 à 50 élèves est meublée de tables-bancs à deux places ou de tables-bancs à une place. Elle formera un rectangle de 10 par 6 mètres. Chaque élève dispose de 1,25 m². Les élèves des écoles maternelles ont à leur disposition une surface de 3,20 m² chacun. Le volume d'air par élève est 4 m³ en 1830, 5 m³ en 1880 et 6 m³ en 1951.

«L'architecte Bouillon développe de savants calculs pour déterminer la superficie des salles de classes pouvant contenir de 48 à 210 élèves. La surface disponible pour chaque élève variera entre 1,10 m² pour une classe de 48 à 0,93 m² pour une classe de 210 élèves. L'enseignement simultané nécessitera une surface de 0,71 m² par élève. La loi du 15 mars 1850 prévoit que les élèves disposeront d'un mètre carré chacun, la hauteur des classes sera de 4 m. »⁵⁷⁰

En Août 1851, le Règlement adopté par le Ministre de l'Instruction publique, sur l'avis du Conseil supérieur de l'Instruction publique, pour les écoles publiques arrête au Titre III Du local et du mobilier

«Article 8 – L'instituteur tiendra son école dans une état de propreté et de salubrité. Elle sera arrosée et balayée tous les jours ; l'air y sera fréquemment renouvelé. Même en hiver, les fenêtres resteront ouvertes pendant l'intervalle de classe.

Article 9 – Les tables, au plan légèrement incliné, devront être large d'environ quarante centimètres et ne contenir qu'un rang d'élèves, de sorte qu'ils se trouvent tous en face du maître. Les bancs seront attachés aux tables.

⁵⁶⁸ Michel Bouillé. *Opus cit*, p.51

⁵⁶⁹ Décret organique concernant les salles d'asile. Art 4. 22 mars 1855.

⁵⁷⁰ Michel Bouillé. *Opus cit* p.59

Article 36 – Dans les écoles qui reçoivent des enfants des deux sexes, les garçons et les filles ne pourront jamais être réunis pour les mêmes exercices. Ils seront séparés par une cloison au moins d'un mètre cinquante de hauteur, disposée de manière que l'instituteur ait vue sur les deux côtés de la salle. L'entrée et la sortie auront lieu à des heures distinctes. L'intervalle sera d'un quart d'heure au moins.⁵⁷¹

Métrologie et enseignement

Avant que l'école telle que la connaissons depuis les lois De Jules Ferry existe en France, la transmission de la métrologie se faisait par la pratique des arts et des métiers, du commerce et de l'artisanat, sur les marchés, à la maison et aux champs. À la fin du XVIII^e siècle, avec la disparition massive de l'artisanat et des corporations, se pose la question de l'école et de la métrologie dans une société «nouvelle». Les besoins métrologiques changent et passent de l'espace local et de celui des marchés à un espace scientifique et industriel. L'espace politique commun en devenant national génère des institutions nationales dont celles *conjointes* de la métrologie et de l'instruction publique. Des masses d'écoliers fréquentent l'école de la République. Les exercices de «calcul» utilisent abondamment le système métrique décimal. On apprend à l'école à arpenter un champ et calculer un prix au mètre carré ou à l'hectare. On apprend à acheter et à vendre des quantités visibles, à poser un problème et à y répondre dans le cadre des activités familiales et artisanales. Les références aux origines du système métrique décimal, à la loi et à l'égalité au droit, sont très présentes dans les enseignements de la troisième et quatrième République, puis ces références disparaissent. Un bond formidable se poursuit du côté de la métrologie scientifique, légale et industrielle (et notamment dans le champ de la recherche militaire) et d'un autre côté le lien entre la métrologie et l'école s'amenuise.

Evolution contemporaine et prospective

L'effacement progressif de l'enseignement de la métrologie depuis les années 60 ne semble pas résulter d'une volonté délibérée. Il s'agirait plutôt d'une perte de mémoire, d'une sorte d'évaporation, comme si cette discipline, à laquelle étaient autrefois portée tant d'attention et attaché tant d'espoir, était soudain devenue secondaire, facultative voire contingente.

On ne peut pas dire que cette évolution procède d'un constat objectif. La mesure, en effet, est de plus en plus présente, avec des nécessités et des performances accrues, dans la technique contemporaine.

⁵⁷¹ Bulletin administratif de l'Instruction publique. T 5. (INRP)

- Elle l'est dans l'industrie□ comment assembler les pièces d'un satellite européen provenant de quelque quatre-vingts sites de fabrication différents situés dans des pays ne parlant pas la même langue sans des raccordements de métrologie dimensionnelle fiables et dûment vérifiés□ Comment serait-il possible d'interconnecter des ordinateurs par Internet sans référence commune des horloges des routeurs□ Et, pour illustrer la précision exigée dans l'informatique et les télécoms, celle des connecteurs de fibres optiques est telle que les taux de rebut en fabrication peuvent atteindre 30%□

- Elle l'est tout autant pour le public□ soumis aux micro-ondes des téléphones portables, obligé de boire les nitrates et les pesticides que les agriculteurs ont déversé dans les nappes phréatiques, de manger les conservateurs, les colorants et autres adjuvants que l'industrie alimentaire répand dans ses différentes productions, de respirer les oxydes de carbone dégagés par les véhicules et les agents infectieux variés errants dans les transports en commun, les bureaux et les hôpitaux, ce public aurait bien besoin des moyens de mieux mesurer et contrôler son environnement□

Sans doute, de temps en temps, certains risques devenus trop évidents donnent lieu à des opérations de communication□ après que des centaines d'adolescents ne soient devenus sourds d'avoir écouté leur baladeur à pleine puissance, les médias ont daigné faire une place à la notion de décibel et alerter, sans trop insister, sur le danger des bruits trop puissants.

Sans doute, on ne peut s'empêcher de remarquer la coïncidence entre cette discrétion et les intérêts des médias□ la plupart des causes de danger sont le fait d'entreprises ou d'organisations qui sont aussi des «Annonces», comme disent les publicitaires, lesquels sont la principale et dominante source de financement des dits médias. Leur absence de motivation est donc claire. Mais elle l'est moins pour l'école. Une des explications possibles de son désintérêt pour la métrologie est peut-être due au mouvement de la technique elle-même. En effet, depuis la fin du XIX^e siècle, les performances des instruments de mesure permettent de «Voir l'invisible» et, plus généralement, de percevoir l'imperceptible.

Alors que la plupart des mesures s'accordaient avec un «Mode d'existence»⁵⁷² marchand, c'est-à-dire en relation directe avec les perceptions et la sensibilité humaines, dès la microbiologie pastorienne le public se trouve concerné pour sa santé, c'est-à-dire de la manière la plus vitale qui soit, des êtres vivants imperceptibles à l'œil, les microbes.

⁵⁷² cette expression est de Gilbert Simondon dans *Du mode d'existence des objets techniques*□*Opus Cit.*

Dans la première moitié du vingtième siècle, l'école ne décroche pas□ la métrologie y reste présente, et le microscope vient s'ajouter, dans la mesure des crédits d'équipement, aux instruments antérieurs.

Puis arrivent les années 60, l'époque du microscope électronique. L'ordre de grandeur du prix de l'équipement de base change. Il n'est plus question que chaque école puisse en disposer. Et cependant, la santé est encore concernée□ l'échographie ultrasonore, qui permet d'apercevoir le fœtus dans le ventre maternel, et le scanner, qui visualise avec une grande précision, tranche par tranche, l'ensemble de l'intérieur du corps humain, deviennent d'usage courant, mais seulement en milieu médical.

Ainsi, depuis la seconde moitié du vingtième siècle, on entre subrepticement, par la conjonction du coût des équipements et de l'intérêt des industriels à maintenir une certaine discrétion sur leurs fabrications, dans une époque de silence métrologique, en ce qui concerne l'éducation et l'information du public. Les «Boîtes noires□ se multiplient en matière de métrologie. Les industries de l'armement sont particulièrement au point en ce qui concerne la métrologie de pointe. Ceci n'est pas anecdotique car faute d'une transmission actualisée de la métrologie dans l'école et le public, le citoyen moyen est ignorant et donc difficilement capable de savoir discerner le vrai du faux. Le système métrique décimal avait comme ambition de permettre à chacun de gérer ses propres affaires, le citoyen est aujourd'hui obligé de faire aveuglément confiance à des experts. Et force est de constater que si certains de ces experts sont de bonne foi, d'autres ne le sont pas. Il y a, d'après moi, un rapport étroit entre une meilleure connaissance de la métrologie et la liberté des individus et des communautés à exercer leur sens critique et leur résistance face au développement des sciences et des techniques au service de la puissance de quelques-uns et non en vue de l'intérêt du plus grand nombre, de tous.

E-learning et métrologie

Sans tirer de conclusions hâtives de ce fait mais en considérant la question de la diffusion de la culture métrologique résolument, l'expérience montre qu'Internet est un lieu où une part de la connaissance métrologique commune peut être organisée et disponible, c'est-à-dire à la portée du plus grand nombre. Cependant pour accéder à toute connaissance en utilisant Internet, l'apprenant doit être capable d'aller chercher l'information, la croiser avec d'autres sources disponibles, comparer des données entre elles, les organiser, les traiter pour se les approprier et éventuellement en construire des connaissances nouvelles. L'e-learning ne peut fonctionner que si les attitudes d'autonomie sont favorisées et développées chez les individus.

Quand un projet d'enseignement est l'enseignement de la culture métrologique, cela pourrait être une manière de donner au plus grand nombre les moyens de leur propre autonomie. À cela il semblerait qu'il y ait deux préalables□

1. Que les enseignements permettent aux élèves et aux apprenants de tous les âges de développer les mêmes aptitudes que les autodidactes⁵⁷³
2. Que la culture métrologique soit rendue accessible au plus grand nombre

Chaque époque a ses propres méthodes pour transmettre la métrologie au sein de l'espace culturel commun. Il est d'actualité de poser la question de l'e-learning au service de la métrologie.

Un autodidacte est une personne qui a le désir d'être responsable de sa propre acquisition de connaissances. Elles doivent développer des aptitudes souvent acquises par des situations d'apprentissage personnelles d'«essai-erreur»□. Cela ne veut en aucun cas dire qu'il reste en dehors de tout enseignement face à face mais il peut moduler ses acquisitions en fonction de ses besoins, de ses objectifs, de son temps et de ses disponibilités. L'autodidacte n'est pas sans lien avec le savoir institué dispensé dans les lieux plus classiques d'enseignement, mais il est plus libre de ses mouvements et de ses choix que s'il était dans une salle de classe ou un amphithéâtre. En contrepartie de cette «liberté»□, l'autonomie et la rigueur sont essentielles, en particulier s'il veut dépasser le cap qui consiste à accumuler des connaissances diverses mais superficielles. Si par exemple son objectif est une remise à niveau à distance pour préparer un examen, il devient nécessaire pour lui de se constituer un cadre et des limites, de respecter des rythmes, se donner des objectifs à atteindre et prévoir des relais humains compétents de confiance.

Une personne devient autodidacte par choix ou par nécessité. En dehors d'un cadre classique d'enseignement présentiel, elle met en action (souvent seule) un ensemble de compétences. Une meilleure connaissance des compétences mobilisées par les autodidactes et plus particulièrement ici celles des internautes autodidactes permettrait de mettre à la disposition d'autres apprenants plus classiquement formés.

⁵⁷³ Par autodidacte, je considère ici la capacité et l'autonomie des personnes qui développent leur compétence pour apprendre à apprendre par soi-même en utilisant les ressources qui sont à leur disposition.

Il semble que le développement des NTIC et celui conjoint d'une somme considérable et constamment renouvelée de données, d'informations et de connaissances disponibles oblige, d'une certaine manière, à reconnaître la nécessité de favoriser des situations d'apprentissage autonomes et de développer chez tous les apprenants des compétences qui sont celles des autodidactes.

Le défi pédagogique qui s'impose est de favoriser l'autonomie des apprenants. Et cette autonomie n'est pas à favoriser uniquement dans les écoles d'ingénieurs ou à l'Université mais aussi dans l'école primaire et les formations professionnelles de tous les niveaux. Pour cela il serait nécessaire d'amorcer un changement d'attitude pédagogique, une révolution (dans le sens de tourner), qui va vers une réelle autonomie.

« Observons déjà que les NTIC provoquent *un renversement de paradigme pédagogique* l'analogie avec le théâtre (notons que les cours traditionnels de l'enseignement supérieur sont encore souvent dispensés dans un amphithéâtre) permet de la résumer

- *l'acteur principal* est l'apprenant et non plus l'enseignant
- *il n'y a plus d'unité de lieu* l'apprenant peut apprendre depuis n'importe quel endroit chez lui, à son travail, dans un centre pédagogique proche, depuis l'étranger
- *il n'y a plus d'unité de temps* l'apprenant peut apprendre à n'importe quel moment il a en outre possibilité d'étaler la période d'acquisition des savoirs et de parvenir à la situation "d'apprendre tout au long de sa vie"
- *il n'y a plus unité d'action* au lieu du programme unique, l'organisation du programme est adaptée chaque fois aux paramètres de l'apprenant
- *il y a spécialisation des fonctions* entre l'évaluateur des besoins de formation, enseignant dispensateur du savoir, tuteur, sélectionneur des moyens techniques, metteur en scène du cours, évaluateur des acquis.⁵⁷⁴

Cependant, il ne faut pas imaginer que l'e-learning est une panacée, qu'il serait plus facile à mettre en œuvre et moins cher que des formations traditionnelles. Mais il est difficile de faire comme si ces nouvelles technologies n'existaient pas et sans penser, ici, à les mettre au service du partage de la culture métrologique.

« L'erreur d'interprétation qu'induit l'expression « société de l'information » me paraît tellement énorme que cette expression mérite, à mon avis, d'être considérée elle-

⁵⁷⁴ Claude Trink. "L'impact des technologies de l'information et de la communication sur les liens entre enseignement supérieur et industrie" in *Les nouvelles raisons du savoir Prospective de la connaissance* sous la direction de Thierry Gaudin et d'Armand Atchuel, Ed. de l'Aube, La Tour d'Aigues, 2002, p. 184

même comme une désinformation. Ne sommes-nous pas, d'ailleurs entrés subrepticement dans une société de désinformation□

Considérons le volume des messages publicitaires, la manière de présenter les actualités, le fonctionnement des échanges économiques et les relations sociales. Ce ne sont partout que langue de bois, discours institutionnels, propos de circonstances destinés à influencer imperceptiblement le jugement de ceux qui écoutent.□

La vigilance des défenseurs de la liberté, dès lors, doit se porter vers d'autres questions que celles portées par le siècle des lumières. La théorie économique dite « classique□, fondement de la doctrine libérale, est prise en défaut si les acteurs ne sont pas parfaitement informés, lucides et libres de leurs jugements. La démocratie n'est plus elle-même si l'opinion est manipulée.»⁵⁷⁵

Je suis consciente que lier e-learning et métrologie est discutable. Cependant dans les deux domaines il s'agit d'une aspiration de libération par la connaissance.

⁵⁷⁵ Thierry Gaudin. "La connaissance ne sera plus ce qu'elle était". *Les nouvelles raisons du savoir Opus cit*, pp. 318-319

INTERVENTION DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA MÉTROLOGIE

Les actions qui suivent sont des éléments de réponse à la question suivante : Est-il possible de faire évoluer le système éducatif ? Plus précisément d'y (ré-) introduire des enseignements et pratiques métrologiques utiles à la vie quotidienne ?

La question peut paraître audacieuse, voire outrecuidante. Les travaux sociologiques du dernier demi-siècle n'ont-ils pas démontré par de multiples approches que les choses sont ce qu'elles sont et qu'il y a de nombreuses et excellentes raisons pour qu'elles restent ainsi. Elles sont modelées par les intérêts de la classe dirigeante, laquelle sait parfaitement comment établir et maintenir les « construits sociaux » nécessaires à sa « reproduction ». Mon idée n'est aucunement de rajouter à ces estimables travaux un codicille supplémentaire, mais au contraire de m'intéresser, non pas à la question « Pourquoi les choses sont ce qu'elles sont ? » mais à la question « comment changent-elles ? ». Car en effet elles changent nécessairement parce que l'éducation est un système vivant.

Par ce questionnement, je n'hésiterai pas à défendre que je me rapproche du cœur des Sciences de l'éducation. L'éducation n'est-elle pas en effet la conduite d'un changement, d'abord celui qui amène l'apprenant de l'état non connaissant à l'état connaissant, et par extension à la mise en place des conditions dans lesquelles les changements d'attitude ou de vision du monde peuvent se produire.

Le présent travail universitaire est aussi un travail de vérification. En histoire, cela consistait à vérifier à travers l'histoire que mes points de vue singuliers sur la métrologie ne sont pas incompatibles avec la réalité historique. Cette réalité repose sur des objets et des écrits originaux de référence. Un système pondéral cohérent, attesté par des mesures de pierre ou de métal datant d'environ 5000 ans dont certaines sont visibles au Musée du Louvre, est ce que j'appelle une réalité historique de référence. Les textes d'origine concernant la construction philosophique, scientifique et légale du système métrique décimal constituent aussi une réalité historique de référence. Une part de ces textes sont reproduits fidèlement et méthodiquement dans les Archives Parlementaires que j'ai consultées à la Bibliothèque Mazarine à Paris.

Pour soutenir le projet d'origine, celui qui lie fondamentalement la reconnaissance et le partage d'une identité commune à la métrologie et par là même, à la diffusion de la culture métrologique au plus grand nombre, je suis allée vérifier quels sont les tendances de sympathie ou de résistances face à l'idée de mettre en mouvement les conditions d'un partage

plus large de la culture métrologique. J'ai recueilli le discours de métrologues professionnels, du public, d'enseignants, d'élèves, ceux de professionnels d'entreprise et du monde de la formation professionnelle. Cet ensemble de données permet d'approcher une réalité conjugée de personnes plongées dans différents contextes professionnels et un « grand public » ciblé. Ces « vérifications », confirment d'autres études et enquêtes antérieures comme celles qui ont été réalisées dans le cadre du Programme européen Leonardo et l'ouvrage « *Quelle métrologie à l'aube du XXI^e siècle* » mentionnés plus haut.

Enfin, je vérifiais que le projet qui consisterait à redonner une place à la métrologie dans l'enseignement de base est une réalité plausible. Il ne manque pas d'auteurs réclamant de profonds changements du système éducatif, mais il importe autant de donner des indications pratiques et opérationnelles sur la manière dont ce changement pourrait s'opérer⁵⁷⁶. Le poids de la littérature démontrant les causes de l'immobilité, de l'inertie, de l'asservissement voire du dressage en vue d'une exploitation ultérieure de la force de travail, jointe à l'image sociale du système éducatif, toute habitée de bureaucratie et de corporatisme rend d'autant plus utile le récit d'expériences, même modestes, montrant des voies de transformation. Ce récit est important surtout si, comme c'est ici le cas, les énergies mobilisées viennent directement des métrologues, des enseignants et des élèves, sans que l'environnement administratif n'entrave ce qui est en train de s'opérer. M'appuyant sur ma motivation qui consiste à considérer l'intérêt d'une culture métrologique partagée par le plus grand nombre et constatant l'absence généralisée d'un enseignement de base de la métrologie en France⁵⁷⁷, je cherchais à développer des processus d'innovation pédagogique pour réactiver l'intérêt de cet enseignement. Un processus d'innovation est d'autant plus nécessaire qu'il est impensable d'utiliser à nouveau les formes d'enseignement préalables, en phase avec leur époque, mais déphasées par rapport à la nôtre. Les méthodes pratiquées pour l'enseignement du système métrique décimal pendant la Troisième et Quatrième Républiques sont des modèles obsolètes.

⁵⁷⁶ Sauf, par instruction du ministère, l'étude des processus d'innovation montre qu'ils ne procèdent pratiquement jamais de décision venue de la hiérarchie. Il n'est que de regarder le spectacle des innombrables « réformes » de l'éducation menées sans résultats depuis cinquante ans et celui de la production surabondante, du Bulletin officiel de l'Éducation nationale qui montre que ce contresens hiérarchique est encore très présent.

⁵⁷⁷ Et aussi en Europe et dans le monde comme semblent le prouver les contacts européens et internationaux pris pendant la préparation de cette thèse concernant la réflexion sur le développement d'un enseignement des principes métrologiques de base.

Il existe donc aujourd'hui un défi pédagogique en matière d'enseignement de la métrologie par rapport à ce qu'ont connu les anciens □ l'innovation.

Une innovation, quelqu'elle soit, suppose un respect, une connaissance consciente (ou inconsciente) des origines. À l'origine, la métrologie et l'enseignement sont liés dans un idéal qui affirme la libération des hommes, leur égalité et la fraternité universelles. Le système métrique décimal sort la métrologie du domaine privé où elle était captive depuis des siècles pour redevenir **un bien commun qui appartient de fait à la communauté humaine entière**. C'est sur cette idée fondamentale que sont construites les actions de vérification de faisabilité d'un projet qui consiste à diffuser plus largement des connaissances et des compétences utiles à tous.

Depuis la Révolution française, la métrologie a évolué. Elle est basée aujourd'hui sur des concepts physiques (et philosophiques) liés à une certaine vision du monde tout comme le système métrique décimal incarne l'état scientifique, politique et social d'une époque. Pour illustrer cette évolution il est intéressant de suivre les définitions successives du mètre.

L'évolution de la définition du mètre-étalon.

En 1795, le mètre est défini comme la dix millionième partie du quart du méridien terrestre. La définition de l'unité de poids lui est reliée, c'est le poids du décimètre cube d'eau, (1 litre). La première définition du mètre a été édictée par le décret de l'Assemblée du 1er août 1793, il représentait la longueur du dix millionième du quart du méridien terrestre symbolisé par un étalon en mousse de platine agglomérée de section rectangulaire.

En 1799, la première définition est maintenue, mais il est ajouté : le mètre et le kilogramme en platine, déposés aux Archives, sont les étalons définitifs. Ces étalons matériels, représentants de définitions théoriques, deviennent la base pratique et légale du système métrique décimal.

1889, les prototypes internationaux du mètre et du kilogramme reproduisent aussi exactement que possible, l'un la longueur, l'autre la masse de l'étalon des Archives correspondant. La définition des unités ne fait plus références aux définitions de 1793.

En 1899, la Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) sanctionna le prototype du mètre choisi par le Comité International des Poids et Mesures et déclara : « □ Ce prototype représentera désormais, à la température de la glace fondante, l'unité métrique de longueur. □

Le mètre était défini par la distance à 0°C entre deux traits gravés sur le prototype, en platine iridié à section en x, déposé au Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). Cet étalon servit de base de référence internationale jusqu'en 1960.

1960, la définition du mètre change avec les moyens optiques. Le mètre est alors défini comme la longueur égale à 1 650 763, 73 longueurs d'onde dans le vide d'une radiation orangée émise par l'isotope 86 du krypton. (11^{ème} CGPM). La relative imprécision de la précédente définition, 0,1 mm sur 1 mètre, a mené à la recherche d'une nouvelle définition du mètre. Cette nouvelle définition ayant été adoptée par la 11^{ème} CGPM, sa précision était estimée être 100 fois supérieure à celle de la précédente. Il sembla bientôt évident que la radiation de référence, celle du krypton devrait tôt ou tard être remplacée par une radiation de laser.

En 1983, le mètre est défini comme la longueur du trajet parcouru par la lumière, dans le vide, pendant une durée de 1/299 792 458 seconde. (17^{ème} CGPM)) La définition proposée à la 17^{ème} CGPM et adoptée le 20 octobre 1983 est la suivante : «Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299792458 s.»

Sa précision potentielle est celle de l'unité de temps. Elle est 100 000 fois meilleure que celle de l'unité de longueur fondée sur le krypton et elle pourra sans doute être encore améliorée. Cette nouvelle définition s'appuie sur une constante physique universelle et non plus sur un objet matériel ni même sur une radiation émise par une substance particulière. Elle aurait donc de très bonnes garanties de pérennité. Le mètre n'est donc plus lié à la géographie (longueur du méridien terrestre) mais représente un rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide, qui est une constante physique, et la seconde, qui est elle-même matérialisée à partir d'une fréquence atomique, le césium 133.

La métrologie n'est-elle pas la science qui traite des limites de la connaissance et participe de la connaissance en faisant évoluer ces limites ? Aujourd'hui dans la société cognitive émergente, poser la question des origines, celle du partage d'une commune mesure, base de reconnaissance, de connaissance et de fraternité entre les peuples semble être une question de bon sens. Car si la métrologie est un ensemble de connaissances et de pratiques sociales, historiques, philosophiques et scientifiques, en phase avec une époque et un état d'organisation politique donné, la question de son enseignement n'est pas neutre. J'ai entendu des enseignants dire que cela n'avait aucune importance si les élèves considèrent le mètre-étalon des Archives comme référence métrologique. Je prétends le contraire la connaissance

de la métrologie et la compréhension des concepts qui la sous-tendent sont importantes car il semble impossible d'envisager un monde cognitif et plus pacifique, plus responsable sans le partage d'une commune mesure.

Les définitions du mètre et des autres unités du SI transportent un état de connaissance qui est celui de l'époque présente. Ces connaissances sont l'expression d'une certaine représentation du réel. La question de l'enseignement de la métrologie est alors à poser en toute honnêteté : est-il concevable d'agir en toute conscience dans le monde actuel avec un « outillage intellectuel » et une culture métrologique de la fin du XVIII^e siècle ?

La question de savoir ce que représentait la longueur du méridien terrestre pour la population à la fin du XVIII^e, alors que l'unité *myria*, représentant 10 000 se transforme rapidement dans le langage commun en myriade, qui exprime l'idée d'un grand nombre indéfini, c'est-à-dire beaucoup⁵⁷⁸ est intéressante. Est-ce plus difficile aujourd'hui de comprendre les concepts sur lesquels s'appuie la métrologie actuelle, l'incertitude des résultats de mesure et l'organisation légale de la métrologie que ne le fut à la fin du XVIII^e et au XIX^e siècles pour des populations laborieuses et rurales en grande partie analphabètes l'utilisation du système métrique décimal ? La difficulté est-elle plus grande que celle qui consista à diffuser de nouveaux principes métrologiques et aux populations, qui depuis des générations comptaient en « grosses » et « petites » mesures, en hommées, journaux, pouces, pieds, muids, septiers, litrons, empan, charretées, journées, et à instaurer l'usage commun d'un système aussi abstrait pour elles que le système métrique décimal ? Il n'est pas plus difficile pour nous d'apprendre à faire un bilan d'incertitude que pour ces populations qui comptaient en fractions simples depuis des siècles, d'utiliser les mécanismes opératoires de l'arithmétique décimale. Est-ce plus difficile d'admettre aujourd'hui que la mesure est entachée d'incertitude que d'apprendre que la terre est ronde et que la température de la glace fondante est de 0° pour les populations de la fin du XVIII^e siècle ? Enfin est-il plus difficile de reconnaître nos différences culturelles comme une grande richesse tout en partageant une commune mesure que de tenter d'anéantir comme l'on fait les Révolutionnaires la richesse des particularismes culturels, identitaires et locaux ?

⁵⁷⁸ Mais qui peut réellement se représenter la femtoseconde ou la femtomole ?

Etat actuel de la diffusion de la culture métrologique

Prenons deux expériences de mesure de pesage⁵⁷⁹ diffusées en direction du public. L'une propose au public de peser un point sur le "i" avec une balance de précision. La balance «montre» au public qu'un point tracé avec un gros feutre ou un minuscule trait en graphite n'ont pas le même poids. Une autre démonstration est fréquemment réalisée lors d'expositions scientifiques. Une pomme de terre⁵⁸⁰ coupée en deux est posée sur le plateau d'une balance de précision. L'évaporation de l'eau contenue dans le légume est « visible » sur le cadran. Le public peut alors «voir» l'évaporation qui se produit dans l'air ambiant. Chacun peut constater que les légumes sèchent, mais ici l'instrument de mesure rend «visible» en temps réel un processus physique imperceptible à l'œil nu.

Ces expériences présentent des performances métrologiques. Mais si on les interprète non plus comme des illustrations scientifiques, mais comme l'expression d'une relation entre la Science et le public, leur message paraît alors pour le moins ambigu. Elles montrent en effet des phénomènes physiques que l'on ne peut voir sans instruments extrêmement sophistiqués et hors de prix, instruments que seuls les métrologues possèdent, auxquels le public n'a pas normalement accès. La signification implicite et sans doute involontaire de ces expériences, qui touchent quasiment à la «magie» pour les néophytes, peut être interprétée comme émanant d'un collectif de scientifiques et de métrologues qui savent de grandes choses et qui ont de grands pouvoirs !

La plupart des actions de diffusion de la science en direction du public depuis la Loi d'Orientation et de Programmation pour la recherche et le développement technologique de la France⁵⁸¹(LOP, 1982)⁵⁸² sont des discours valorisant la science. Elles ne la mettent pas pour autant à la portée du public. Mettre le comportement scientifique à portée du public consisterait non pas à montrer un dispositif de mesure «admirable» mais par exemple, à lui donner les moyens de mesurer la qualité de l'eau qu'il boit ou de l'air qu'il respire. Les expériences de la pomme de terre ou du point sur le « i » sont spectaculaires, mais ne sont pas

⁵⁷⁹Le matériel utilisé est prêté par des entreprises de pesage ou de fabrication d'instruments de mesure.

⁵⁸⁰ ou un autre légume et quelque fois un verre d'eau

⁵⁸¹ Loi n° 82610 du 15 juillet 1982.

⁵⁸² « L'Education scolaire, l'enseignement supérieur, la formation continue et tous les niveaux et le service public de la radiodiffusion et de la télévision doivent favoriser l'esprit de recherche, d'innovation et de créativité et participer au développement et et la diffusion de la culture scientifique et technique.» LOP de 1982, Art 7.

des expériences de métrologie du quotidien. Elles n'apportent pas un savoir-faire utile aux gens ni la compréhension de ce que sont une démarche scientifique et un réel comportement métrologique. Dans ces deux expériences, la métrologie scientifique est mise en spectacle. Ces dispositifs de mesure très coûteux « montrent » *aussi* que les relations existantes entre la communauté scientifique et le public ne sont affiliées ni à la pensée de Petit, dont le but était de transmettre des connaissances directement utilisables, ni même à l'idéal démocratique de Condorcet.

En arrivant dans la communauté métrologique, j'ai pu observer deux comportements divergents. D'une certaine manière et même quelquefois de façon implicite, les métrologues ont conservé la mémoire de la pensée fondatrice et nombreux parmi eux vont dans les écoles, participent à des journées de diffusion organisées par des entreprises ou des écoles spécialisées qui enseignent la métrologie. Mais leur pratique est dans l'ensemble différente du projet des origines. On peut expliquer cette différence par le fait que la précision de la mesure s'est considérablement affinée. Le perfectionnement même de la métrologie l'a amenée à s'éloigner du quotidien des gens. Les instruments de mesure, de plus en plus sophistiqués, sont difficiles à comprendre par le public. Ils traitent de mesures qui s'éloignent du quotidien. Dans le quotidien, le micromètre ou l'angström⁵⁸³ ne sont pas nécessaires, le plus souvent le millimètre ou le dixième de millimètre suffisent. Pour faire la cuisine, le nanogramme n'est pas utile, le gramme fait largement l'affaire. Mais encore faut-il s'astreindre à bien le mesurer.

D'autre part, les métrologues scientifiques des laboratoires nationaux se trouvent face à des intermédiaires. La chaîne métrologique comprend plusieurs maillons avant d'atteindre l'utilisateur de base, même si celui-ci utilise une métrologie précise, comme c'est le cas dans les industries de pointe. L'utilisateur final, le citoyen moyen, bénéficie aussi de vérifications métrologiques institutionnelles qui portent par exemple sur les pompes à essence ou les balances des commerçants. Mais celles-ci se font discrètement, sans que le public en soit informé. Celui-ci reste le plus souvent absent des activités métrologiques même s'il bénéficie de leurs résultats. Et, comme le montrent les exemples ci-dessus, lorsque la communauté scientifique ou celle des métrologues vont le voir, c'est pour lui faire des démonstrations de prestidigitateur (même si le « truc » n'est que la précision d'une balance).

Lorsque j'arrivai chez des métrologues, j'avais lu l'Arithméticien de Petit et j'étais fidèle à Condorcet. La Métrologie était (et est) pour moi un instrument à la portée de tous, au service

⁵⁸³ Un angström est égale à 10^{-10} m

de tous. Face à l'inculture métrologique du public, je proposai de tenter de mettre sur pied un projet de diffusion de cette culture en accord avec la pensée des origines.

Je constate que malgré un réel désir de servir le public et le sentiment profond d'être les gardiens de l'héritage de la pensée des Lumières, ni les métrologues, ni les enseignants ne se sentent concrètement responsables de la diffusion de la culture métrologique actuelle. Les métrologues, parce que leur métier est de pousser la précision encore plus loin pour servir de socle aux recherches de pointe et aux chaînes métrologiques. Quant à la responsabilité des enseignants, leur problème n'est pas tant d'apprendre aux élèves à mesurer mais de leur présenter des résultats qui serviront à passer des examens. Il en résulte, par un effet quasi mécanique, un enseignement qui développe certains types de performances mais laisse en jachère le comportement exploratoire qui est le propre des autodidactes. S'il développe la discipline intellectuelle, il reste néanmoins à l'opposé de ce qui est nécessaire à l'individu autonome, c'est-à-dire la capacité à baliser et mesurer et le désir d'explorer.

En métrologie, hors du domaine spécialisé, l'organisation des enseignements est tellement faible que le public est de plus en plus éloigné des pratiques effectives. L'enseignement de la métrologie est même paradoxalement absent de la plupart des formations d'ingénieurs, comme on peut le constater en consultant le site <http://www.cefi.org>⁵⁸⁴.

De la recherche à l'action

Le système métrique décimal sur l'Internet

J'entrepris dès l'année 1996 de construire un site sur l'Internet ☐ « Le système métrique décimal⁵⁸⁵ ☐. La première page de ce site contient le petit « *Arithméticien décimal pour l'an 1809*⁵⁸⁶ ». Ayant transcrit dans un format html l'« *Idee générale* » et la « *Petite métrologie* » et une fois sur l'Internet, j'eus un sentiment de satisfaction ☐ une ancienne et généreuse pensée « mise en lumière ☐ sur l'Internet pouvait vivre à nouveau dans le monde ! Mon implication dans ce travail méthodique est forte, consciente et entière. Je m'appuie pour développer un espace métrologique commun sur une technicité et une expérience professionnelle antérieure, qui loin d'être occultée ici, est mise entièrement au service d'un projet d'innovation

⁵⁸⁴ Centre d'Etudes des Formations d'Ingénieurs (CEFI) où sont détaillés les différents programmes des « grandes écoles ».

⁵⁸⁵ <http://www.quartier-rural.org/smd-si/index.html>

⁵⁸⁶ R. Petit. *Opus cit*,

pédagogique concernant la diffusion de la culture métrologique et la formation à la métrologie pour le plus grand nombre.

En développant le premier site-test «Le système métrique décimal» sur des pages personnelles, je fis en sorte que le site soit techniquement «solide» et accessible depuis des postes très faiblement équipés⁵⁸⁷. Sur ce site, nul «Java script» compliqué et nécessitant des appareils puissants mais des pages accessibles même par des internautes ne pouvant que capter du texte. Je m'assurais que les pages se téléchargeaient rapidement pour ne pas pénaliser ceux qui n'ont pas un gros budget pour la consommation téléphonique, qu'ils soient en France ou dans un pays éloigné. Je fis en sorte que ce site soit suffisamment «ouvert» pour que ceux qui désirent donner leur avis ou faire des remarques le fassent sans contrainte. C'était une manière de tester l'intérêt des internautes pour la métrologie d'une part, et de construire un outil pédagogique favorisant le e-learning, de l'autre.

Ce site était aussi un peu une bouteille à la mer. Je vivais pendant plus de trois années volontairement reculée et loin de toutes sollicitations extérieures, ma seule fenêtre sur l'extérieure était Internet et c'est avec émotion que je commençais à recevoir des messages de félicitations et d'encouragement. Je me rendis compte que, tout comme je le faisais, d'autres personnes, en France, à Québec, aux Etats-Unis ou en Grande-Bretagne donnaient aussi une part de leur temps et de leurs compétences pour diffuser la culture métrologique. La gratuité de ce don nous était commune. Il créa des liens et confirme un fait: depuis la campagne tarnaise, j'appris à effectuer un bilan d'incertitude avec «Black» comme professeur, métrologue à Québec.

Le site fut repéré par le directeur de la Sous-Direction de la Métrologie au Ministère de l'industrie⁵⁸⁸. C'est en grande partie grâce à lui que le site ébauché commença à être connu, reconnu des métrologues et référencé sur les sites officiels des instances de la métrologie. C'est aussi par l'Internet qu'en 1998 je fus invitée à rencontrer les responsables du Bureau national de métrologie qui avaient alors des interrogations similaires aux miennes: comment diffuser plus largement une culture métrologique de base dans le public?

⁵⁸⁷ En 1996, les équipements informatiques n'étaient pas aussi répandus qu'aujourd'hui.

⁵⁸⁸ Il s'agit de Jean-François Magana devenu depuis Directeur de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML).

Après trois années (96-99), je constatais que le site était de plus en plus visité. Dans un deuxième temps, (mars 2000) metrodiff.org fut créé. Accueilli par l'Ecole des Mines de Paris, le site bénéficie d'un bon appui technique et de moyens de mesures «Wébométriques»⁵⁸⁹. Il bénéficie aussi de l'intérêt et de l'apport de contributions de métrologues, de professionnels d'entreprise, de scolaires et de particuliers.

L'Institut national de métrologie du Conservatoire des Arts et Métiers

En octobre 1999, je rejoins l'Institut national de métrologie qui est le laboratoire primaire du BNM où sont matérialisées 4 des 7 unités du Système International d'Unités. Il était important de situer cette recherche au Conservatoire des arts et métiers. C'était suivre une logique de «l'accordement historique» et considérer des traces fondamentales plus anciennes. A l'origine plus de deux cents ans auparavant, la métrologie est mise à la disposition de tous les citoyens. Le système métrique décimal est le premier système cohérent de métrologie scientifique, symbole de citoyenneté éclairée par la raison, de libération des hommes et de fraternité des peuples. La métrologie est comme inscrite dans les vieilles pierres du Conservatoire dont la devise est «Docet omnes ubique»⁵⁹⁰.

«Le 19 vendémiaire an 3, la Convention nationale créa *le Conservatoire des arts & métiers*. L'objet de cet établissement est de recueillir les machines, outils, desseins, descriptions, procédés relatifs au perfectionnement de l'industrie & d'en répandre la connaissance dans toute l'étendue de la République. [...]

D'après la loi de son institution, le Conservatoire réunit les instruments de tous les arts à l'aide desquels l'homme peut, - Se nourrir□ Se vêtir□ Se loger□ Se défendre□ Etablir des communications dans toutes les parties du globe. [...]

Ce foyer d'instruction étant organisé, tous les moyens de perfectionnement de l'industrie étant recueillis et classés, il s'agira de faire participer les départements au bienfait de cet établissement. [...] Les moyens d'instruction doivent être disséminés sur la surface de la République, comme des réverbères sont répartis dans une cité. »⁵⁹¹

J'avais, avant de venir au CNAM, une représentation de la métrologie imprégnée de mon éducation. Le mètre était toujours la barre de métal conservée au Bureau International des Poids et Mesures à Sèvres. Je savais pourtant que le mètre était depuis 1983 la longueur du

⁵⁸⁹ Une part des mesures concernant les flux d'information sur Internet constitue la webométrie.

⁵⁹⁰ «Il enseigne à tous et partout»

⁵⁹¹ Extrait du rapport fait par le citoyen Grégoire au nom d'une commission spéciale Sur le Conservatoire des arts & métiers. Séance du 17 floréal an 6 (en annexe)

trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1/299\,792\,458$ de seconde mais la première fois où je suis entrée dans la salle des lasers, l'ensemble du laboratoire que j'avais sous les yeux et les explications qui m'étaient données sur le fonctionnement des instruments de mesure me firent une forte impression. J'étais à la fois émerveillée par la découverte de ce présent métrologique et effrayée par le gouffre qui s'ouvrait devant mes yeux entre ce que je savais de la métrologie et ce que je constatais de sa réalité scientifique. Comprendre puis transmettre une culture métrologique de base, ce qui est mon objectif, me sembla compromis, mais je compris bientôt que la métrologie est une activité de nature collective et le partage d'une culture métrologique commune de base est de même essence.

Un réseau humain pour la diffusion de la métrologie

En venant demander leur aide aux métrologues, je soutenais l'idée que la culture métrologique est non seulement nécessaire à l'enseignement des ingénieurs mais *aussi* à celui de l'ensemble de la population, c'est-à-dire de tous. Il s'agit de technologies de pointe mais *aussi* de retour aux sources. Le pari est de demander aux métrologues et aux enseignants mais *aussi* aux élèves et au plus grand nombre d'aider à réfléchir aux moyens⁵⁹² à mettre en œuvre pour rendre réel le partage d'une culture métrologique commune, vivante et actuelle.

Le projet de construire un réseau humain dont l'objet serait la diffusion de la culture métrologique commença donc à l'Institut national de métrologie. L'équipe de l'INM prit ce projet de recherche en sympathie et aida à faire en sorte que le réseau en construction puisse se développer sur des bases solides. Pour constituer ce réseau, les métrologues prirent en main l'organisation des contacts et me demandèrent de rencontrer quelques «*sages*»⁵⁹³ de la métrologie. C'est ce que je fis. J'ai rencontré d'éminents professionnels. Nous avons ensemble discuté le projet pendant plus de cinq mois à la bibliothèque du CNAM⁵⁹⁴. À chaque personne rencontrée, j'expliquais d'où je venais, ce que j'avais vu sur le terrain de la pauvreté et quelles étaient mes motivations en préparant cette thèse.

Je montrai à chacun l'arithméticien décimal de Petit. Je dis combien il me semblait important de se préoccuper du partage de la culture métrologique comme un gage d'égalité dans une

⁵⁹² moyens matériels et immatériels

⁵⁹³ Les "sages" sont reconnus et hautement respectés au niveau international.

⁵⁹⁴ La bibliothèque du CNAM est fermée au public le matin mais reste ouverte pour les salariés et les doctorants du Conservatoire.

société cognitive où les plus faibles et les ignorants ne seraient plus à la merci des campagnes de désinformations orchestrées par les plus forts. Je perçus que mon enthousiasme était partagé. Cela renforça ma motivation personnelle et mon implication.

Qu'avais-je réveillé avec mes questions ? L'on pourrait penser que mon enthousiasme et la recherche en sciences de l'éducation suffirent à susciter l'intérêt de ces éminents professionnels. Il semble qu'il y ait une autre interprétation possible.

Mon interrogation sur l'absence de projets concrets d'envergure concernant la diffusion d'une culture métrologique de base dans le public et dans l'enseignement avait fait l'objet de plusieurs constats dans des études récentes. Notamment celle dirigée par Jean Kovaleski, «*Quelle métrologie à l'aube du XXI^e siècle*»⁵⁹⁵. D'autres études suivirent dont celles du Programme européen Leonardo mettaient en lumière les besoins en formation de métrologues pour les entreprises européennes. Malgré les expositions du bicentenaire de la Révolution française en 1989 et diverses manifestations ponctuelles présentant la métrologie au grand public, d'excellents romans⁵⁹⁶ et des ouvrages d'histoire de la mesure parus récemment, la communauté des métrologues avait identifié le problème de l'éloignement entre la métrologie de pointe et le public en France et en Europe.

La communauté métrologique depuis plusieurs années perçoit une défaillance par rapport à une vocation originelle initiale. Il semble que ce fait ait été longuement occulté tout comme une personne en difficulté ne peut pas s'avouer complètement l'état de délabrement dans laquelle elle se trouve. Ce délabrement n'a rien à voir avec les performances de la métrologie de pointe mais avec un non-dit concernant l'éthique lié au fait que la métrologie fut et est encore souvent tractée par un apport massif de crédits militaires. Entre ce fait et le mètre-étalon libérateur, il y a une contradiction. Entre la finalité profonde, essentielle de la métrologie en tant qu'outil de libération des hommes et de fraternité entre les peuples et l'hyper précision des «*frappes chirurgicales*» ou la métrologie appliquée à développer des armes du type des mines anti-personnelles, il y a un énorme fossé, voire un contresens

⁵⁹⁵ Jean KOVALEVSKI. *Quelle place pour la métrologie en France à l'aube du XXI^e siècle ?*, CADAS, Paris 1996, ISBN 2-7430-0108-9

⁵⁹⁶ Notamment *Le mètre du monde* de Denis Guedj (et en 2002 une *Histoire universelle de la mesure* de Franck Jedrzejewski. Ed. Ellipses, Paris, 2002, 416 p)

Beaucoup de métrologues sont conscients qu'il est temps de restituer la part libératrice de la métrologie au monde mais aussi de restaurer une part de bon sens lié à la pratique de la mesure en prenant en compte l'intérêt des gens pour la métrologie du quotidien.

Face au manque endémique de culture métrologique de base dans le public et dans l'école à combler, ce projet de recherche sortit de son cadre «individuel», pour devenir un projet collectif.

L'association Métrodiff fut créée au Conservatoire National des Arts et Métiers où elle est domiciliée. Les buts de l'association sont de «mettre en place tout type d'actions pour la diffusion de la culture métrologique et la formation à la métrologie.»

L'association Métrodiff

Constituer l'Association Métrodiff n'a pas été difficile car existait l'idée latente qu'il fallait «faire quelque chose» pour la diffusion de la métrologie au plus grand nombre. Chaque personne rencontrée avant la constitution de l'association est bien consciente que l'intention de cette recherche est de constituer *avant tout* un réseau **humain**. Les plus éminents métrologues français ont volontiers accepté, à titre personnel, de siéger au Conseil d'administration aux côtés de professionnels des sciences sociales et de l'éducation. Métrodiff a une place complémentaire dans le paysage de la diffusion de la culture et de l'enseignement existant. Elle ne cherche aucunement à s'opposer pour s'imposer mais à construire autour d'un intérêt commun, des relations de reconnaissance et de collaboration entre les acteurs de tous les niveaux, élèves, enseignants, métrologues, scientifiques, industriels et professionnels des institutions d'enseignement et de métrologie. Le mouvement va dans le sens de la transparence et de l'intérêt général en créant la reconnaissance mutuelle par le développement de réelles synergies entre les personnes et les groupes. C'est là prendre modèle sur le fonctionnement original d'Internet

« C'est une démarche qui se règle sur une tradition scientifique expérimentale basée sur le partage. L'Internet fut le premier protocole à publier ses standards et à tout mettre en oeuvre pour que ces standards n'appartiennent pas à une entreprise privée mais à l'humanité entière. Le logiciel libre est la suite logique de cette démarche. Chacun trouvant beaucoup plus pratique de ne pas s'appuyer sur les entreprises mais plutôt de créer ses propres logiciels, fonctionnant avec les standards de base. À force d'améliorations collectives par contributions et apports de savoirs et de compétences, ces logiciels libres sont beaucoup plus performants que ce que n'importe quelle

entreprise pourrait faire. [...] Mis à la portée de tous, ces logiciels libres sont gratuits et téléchargeables depuis n'importe quel point du globe.»⁵⁹⁷

Sur metrodiff.org, n'importe qui peut donner son avis et participer à l'élaboration et la mise en accès libre de contenu concernant la culture métrologique. Les apports pertinents sont pris en compte et publiés.

Cette méthode demande du temps. Elle est aussi cohérente avec la pratique du développement des logiciels libres, lesquels sont accompagnés d'évaluations et de commentaires permanents et de critiques des usagers, publiés dans des listes de discussion, des forums ou des sites, par les développeurs eux-mêmes.

Des instruments de mesure peu ordinaires

Quant il s'agit de diffuser la culture métrologique, une discipline métrologique même sommaire devient nécessaire. Pour ce travail chaque action donne lieu à des formes originales, fussent-elles approximatives, de mesure de ses résultats.

Les résultats obtenus sont à la fois qualitatifs (données orales ou transformation des comportements d'élèves ayant participé à un atelier de sensibilisation à la métrologie) et quantitatifs (statistiques de fréquentation du site web ou nombre d'heures données bénévolement pendant le Fête de la Science 2000).

Chaque action décrite représente un exemple d'une distance parcourue entre un incréé et un existant. Chaque action a des méthodes de mesure, «Sur mesure».

L'association Métrodiff a été déclarée en avril 2000 à la Préfecture de Paris. Le site web met en place son forum «Métrologie du quotidien» pour la première journée mondiale de la métrologie le 20 mai 2000. Le 12 mai 2000, une rencontre est organisée à l'initiative de l'association Métrodiff dans la salle de lecture de l'INM au CNAM. L'objet de la réunion est de réfléchir ensemble à comment diffuser le plus largement possible la culture métrologique dans le grand public et dans l'école. Les personnes invitées ont des responsabilités dans le domaine de l'éducation et de la métrologie.

L'équipe réunie pour l'occasion s'engage dans un premier temps pour réaliser une action de sensibilisation pour la Fête de la science en octobre 2000. Nous sommes conscients que le temps est court et que l'association n'a pas de fonds propres. Nous aurions pu décider de nous

⁵⁹⁷Extrait d'un entretien avec un ingénieur informaticien –développeur, membre de l'ISOC.

arrêter là et attendre longuement des financements préalables mais même sans moyens de trésorerie l'équipe présente décide d'agir.

La Pyramide de la Mesure

L'idée d'une «Pyramide de la mesure» est émise par Eric Cattelain, linguiste et spécialiste de terminologie. Pourquoi une Pyramide? Il ne l'explique pas en détail, mais la force du symbole est telle que l'adhésion des participants est rapidement acquise. Les références possibles sont multiples: l'Egypte, pour évoquer la métrologie comme construction millénaire; le cristal, pour évoquer la recherche de la perfection... L'énigme est laissée en suspens, le mystère contribuera à stimuler la curiosité des visiteurs. Lieu de rencontre, la pyramide est un outil symbolique de diffusion de la culture métrologique. Elle repose sur l'idée est de favoriser la rencontre entre des scolaires, du public et des métrologues. «Une pyramide de la mesure» est une opération destinée aux scolaires et au grand public. Son objet est de faire découvrir la notion fondamentale de mesure, ses moyens et ses applications, comme porte d'entrée décisive pour la compréhension des autres sciences.

Raymond Montery réalise gracieusement les plans. Compte tenu des moyens disponibles, la pyramide sera haute d'un mètre cinquante et aura une base carrée de 1,78 m, longueur de la canne de Toulouse, patrie de l'architecte.

Un découpage cartonné contenant une pyramide en modèle réduit, rappelle les principes métrologiques de base.

Les cinq faces (4 + 1 base) de la pyramide sont exploitées pour poser aux publics ces 5 questions essentielles à toute mesure :

1ère face : Que mesure-t-on? (- Quelle est la grandeur mesurée ?)

2ème face : Pour quelles applications? (- Avec quels objectifs et contraintes ?)

3ème face : Avec quels instruments? (- Avec quels modes opératoires ?)

4ème face : Avec quelle référence ? (- Unités)

5ème face dite cachée : Avec quelle incertitude ?

Dès le début de la réalisation, le projet bénéficie de nombreuses collaborations au sein du Conservatoire des arts et métiers. Des entreprises nous font confiance alors que nous n'avons aucune garantie de paiement⁵⁹⁸.

En tant qu'instrument, la pyramide mesure la capacité de mobilisation d'un ensemble de personnes, de métrologues et d'enseignants autour d'un projet pédagogique. L'intérêt du public, des entreprises et des élèves peut se mesurer, la pauvreté des moyens matériels mis à la disposition de la diffusion de la culture métrologique aussi. Cette pauvreté est loin de faire obstacle au projet de sensibilisation à la métrologie mis sur pied : cette pyramide-prototype a plus de valeur pédagogique que n'en aurait eu une pyramide « parfaite et finie ». De fait, il n'était pas question à mettre la science métrologique en spectacle de manière plus ou moins condescendante, mais de montrer comment, avec de faibles moyens matériels et beaucoup de motivation, le résultat humain dépasse ce qu'une grande exposition aurait pu générer.

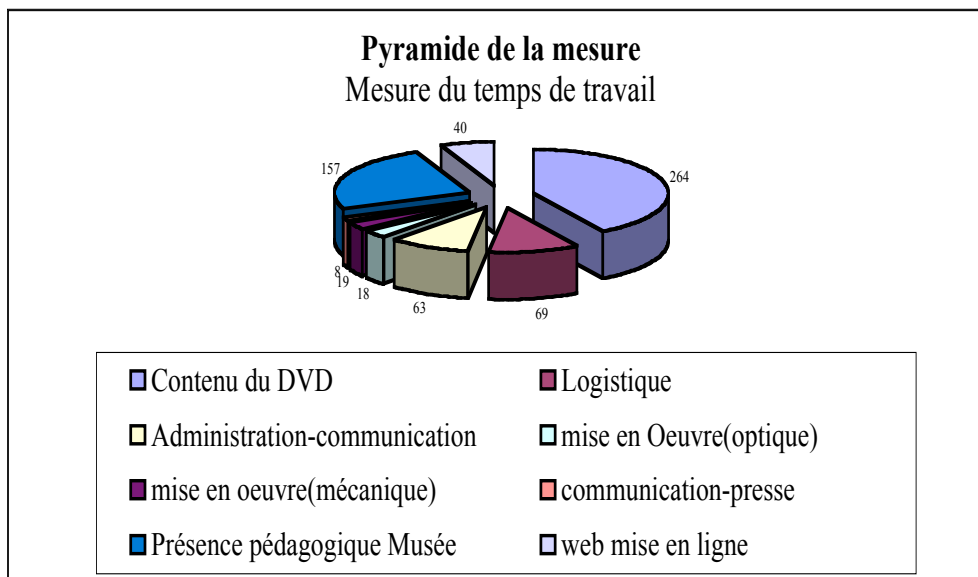
Les circonstances font de la pyramide de la mesure un prototype qui demande des améliorations. Et malgré l'adversité et les conditions difficiles de mise en œuvre nous pouvons faire un bilan positif à la fin de l'action et constater que les effets de la pyramide de la mesure sont encore à l'œuvre. Les effets de la sensibilisation dure dans le temps. Il semblerait que cette pyramide, confiée actuellement à des élèves de BTS du Lycée Fresnel, pourrait être à nouveau opérationnelle pour la Fête de la science 2003 et fêter les vingt ans du «*thètre-lumière*» (octobre 1983/ octobre 2003).

La pyramide est un instrument peu ordinaire. Elle mesure un degré de motivation. Cette motivation s'exprime par **un don en temps et en compétences** mis volontairement au service du public dans le cadre d'une action collective de diffusion de la culture métrologique.

Dans la société, le temps de travail rémunéré est le plus souvent considéré comme une valeur en soi, voici un ensemble de mesures représentatives d'un temps de travail *donné*.

Les valeurs des rubriques du graphe ci-après sont tout simplement une somme d'heures de travail comprises entre le 12 mai et le 31 octobre 2000.

⁵⁹⁸ Nous n'avons alors aucune pièce écrite concernant les subventions allouées pour cette réalisation.



Graphe 6 : Pyramide de la mesure : Mesure du temps de travail donné

Total des heures données entre le 12 mai 2000 au 31 octobre 2000 : 638 heures

Entrent dans les rubriques génériques un certain nombre d'opérations. Le lieu central des opérations pour la construction de pyramide est le CNAM. Il est arbitrairement ajouté aux heures effectivement passées en réunion de travail une heure pour un trajet aller-retour quand une personne vient au CNAM depuis l'extérieur ou lors des déplacements hors du CNAM.

Contenu du DVD

Entrent dans de cette rubrique :

- la somme des heures passées à la recherche d'informations concernant les supports pédagogiques existants et utilisables dans notre contexte⁵⁹⁹
- le temps passé à discuter avec les représentants des instances de métrologie et les professionnels de la métrologie pour approcher une réalité métrologique transmissible au plus grand nombre
- la mise en œuvre du DVD, c'est-à-dire, la recherche et le traitement des photos, des images, des textes et leur agencement pédagogique et technique⁶⁰⁰.
- le temps de vérification de la cohérence de notre message auprès des métrologues et des instances de métrologie.

Sont également comptabilisées sous cette rubrique, les heures passées avec les responsables pédagogiques du Rectorat de l'Académie de Paris, des professionnels de l'IUFM et d'autres

⁵⁹⁹ Opération de diffusion visant à mettre en route un mouvement de diffusion plus important dans les années à suivre.

⁶⁰⁰ En 2000 les logiciels de traitement, de gravure et de lecture de DVD sont encore peu développés.

personnes actives dans des associations de diffusion de la culture scientifique et technique. Cette rubrique ne comptabilise que les heures effectivement utilisées à construire le dispositif pédagogique.

Communication

Sous la rubrique «**Communication**», entrent :

- les heures de rédaction de comptes-rendus de réunions et leur communication,
- le temps passé à développer le réseau des partenaires potentiels,
- le temps d'appel téléphonique, de rédaction et d'envoi des courriers

Logistique

Dans la rubrique «**Logistique**» entrent :

- les heures d'organisation des réunions,
- la réservation des salles,
- la commande des services ou de pièces matérielles et leur réception,
- la vérification avant l'impression du dépliant cartonné. ...

Mise en oeuvre (optique)

Cette rubrique comptabilise les heures passées à la conception et au montage du dispositif optique. Ce dispositif imaginé par des ingénieurs du CNAM est loin d'être simple. Le fait de prévoir cette rubrique indépendante permet aussi de suivre par la suite le temps «**nécessaire**» entre la mise en œuvre par des ingénieurs opticiens et métrologues d'un prototype à celui nécessaire à des élèves de BTS «**Optique**» pour l'améliorer.

Mise en oeuvre (mécanique)

Cette rubrique contient le temps de toutes les discussions, de calcul et la mise en œuvre du dispositif mécanique. Cette rubrique ne comptabilise pas la réalisation de la structure métallique en entreprise mais la conception, les plans, les essais, les réglages, le montage et le démontage de l'objet «**Pyramide de la mesure**».

Communication-presse

Sous cette rubrique entrent les heures réellement passées avec un journaliste. L'activité «**Presse**» a été en grande partie assurée par des organisateurs de la Fête de la science et le site metrodiff.org. Cependant, c'est un temps différent de celui de communication plus général et régulier.

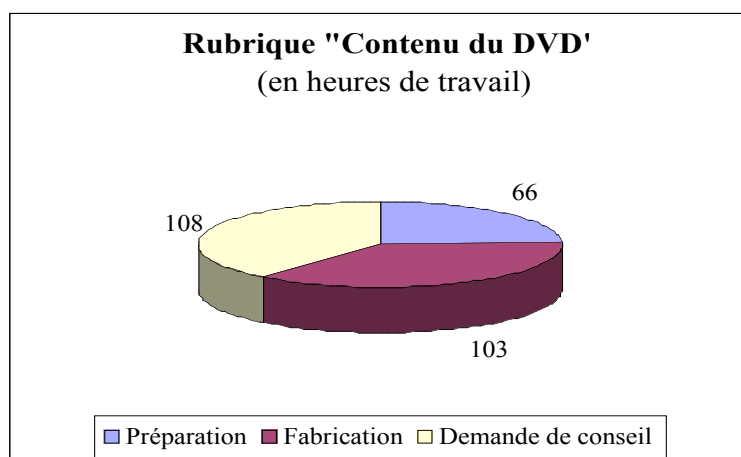
Accueil au Musée

Cette rubrique comptabilise les heures de présence des 29 métrologues venus au Musée des arts et métiers auprès de la pyramide à la rencontre du public et les élèves entre le 17 et le 22 octobre 2000. Entrent également dans ces heures mes 50 heures de présence et d'accueil pendant cette semaine.

Mise en ligne sur le site metrodiff.org

Ici entrent les heures passées à mettre en valeur l'opération sur Internet. Ce qui représente le traitement d'informations et de documents de nature diverse⁶⁰¹ et leur mise en page sur Internet.

Chacune de ces rubriques peut être décomposée en des mesures plus fines.



Graph 7 Heures de travail données pour la construction du DVD de la pyramide de la mesure
« Contenu du DVD ».

Préparation

Dans la rubrique « préparation » sont additionnées les heures passées à mettre au point l'idée de la pyramide et parvenir à la réaliser. Par exemple, la réunion du 12 mai 2000 réunit neuf personnes à l'Institut national de métrologie. Nous passons deux heures à définir les besoins immédiats et les apports possibles pour commencer concrètement une action de diffusion de la culture métrologique. Huit personnes viennent de l'extérieur. Nous comptabilisons donc vingt six heures pour une réunion effective de deux heures. De même la réunion du 13 mai 2000 réunit trois personnes pendant trois heures. Deux personnes se déplacent. le total est de

⁶⁰¹ Photos, enregistrements audio, textes, images au format gif, JPEG, etc. ...

onze heures pour trois heures effectives de travail, hors de la rédaction et de la communication du compte-rendu.

Demande de conseils

Cette rubrique «Demande de conseils» regroupe les heures plus particulièrement consacrées à la conception du message du DVD et à la recherche des éléments. Nous allons par exemple voir les responsables des chaires⁶⁰² du CNAM pour leur demander ce qu'ils pensent nécessaire de transmettre en matière de métrologie à un public néophyte. Ces rencontres ont un double objectif. Elles permettent de prendre en compte les idées et les conseils de professionnels et d'enseignants qui utilisent la métrologie sans être métrologues eux-mêmes. Elles font savoir à l'ensemble des équipes du CNAM qu'une démarche de diffusion de la culture métrologique pour tous est en route. Cette double approche nous a semblé nécessaire car elle montre une vraie motivation (et mobilisation) collective lorsqu'il s'agit de créer et construire un outil symbolique lié à la connaissance de la mesure. Les demandes de conseils sont aussi l'occasion de rencontrer d'autres associations de diffusion de la culture scientifique et technique pour mettre en œuvre des synergies. L'avis des professionnels déjà actifs dans le domaine est nécessaire. La spécificité à la fois métrologique et humaniste de la démarche pédagogique cherche à produire de réelles collaborations en créant un espace commun.

Il n'est pas rare de constater que la métrologie (ou la mesure) est souvent «évidente» même pour des animateurs scientifiques. Elle n'est pas toujours considérée comme la base même d'une démarche scientifique et technique. Sensibiliser aux sciences et aux techniques sans métrologie car il manque alors un pan entier des conditions de la démarche d'expérimentation scientifique ou technique.

Fabrication de la pyramide de la mesure

Sous cette rubrique, sont comptabilisées les heures effectivement passées à fabriquer concrètement le DVD. C'est-à-dire l'organisation et le traitement de toutes les données préalablement collectées dans la phase «Demande de conseils» et leur mise en œuvre technique. Ont travaillé à cette phase⁶⁰³, des professionnels du CNAM des Services «Photos», «Production vidéo», «Dessin» et moi-même. Les images ont toutes nécessité des traitements informatiques importants.

⁶⁰² Physique, optique, chimie, mécanique, acoustique, formation pour adultes ...

⁶⁰³ Et même le samedi

Toutes ces heures généreusement données contribuent à la diffusion de la culture métrologique. Cependant comme de nos jours l'évaluation des projets est souvent une évaluation financière, la somme d'heures de travail donné est réduite ici et pour la circonstance à une estimation en valeur monétaire.

La base de calcul est le coût horaire moyen d'un ingénieur d'étude du Conservatoire des arts et métiers. Ce coût est chargé des prestations sociales et d'un coût moyen de fonctionnement qui lui sont inévitablement liés. Ces coûts sont calculés sur les valeurs comptables légalement appliquées sur des salaires de la fonction publique en 2000. C'est un choix simplifié mais il n'est pas cherché à prendre en compte des différences de coûts salariaux que représenterait l'analyse détaillée et exhaustive des différences de statuts des personnes qui ont collaboré à la pyramide de la mesure, ni d'approcher le millième d'euro. Ce calcul est uniquement là pour évaluer un *don d'heures et de collaboration pour la co-crédation* d'un objet symbolique *illustrant une volonté pédagogique*.

Prendre comme référence le salaire d'ingénieur d'étude du CNAM s'accorde avec le fait que la majorité des contributeurs de ce projet sont ingénieurs ou techniciens supérieurs. L'heure d'intervention d'un ingénieur est environ 100 euros. Considérant que la pyramide de la mesure a bénéficié d'un don de 638 heures de travail entre le 12 mai 2000 et le 31 mai 2000□ le coût virtuel et symbolique de la pyramide est de 63 800 euros (hormis la valeur des dons matériels dont elle a bénéficié). Le coût de la gratuité de la pyramide de la mesure fut approximativement de 418 528 F.

«Appel à contribution » pour l'amélioration de la pyramide

Dès son origine, la pyramide de la mesure est conçue comme un lien, un lieu de rencontre entre élèves, enseignants, publics, scientifiques et métrologues de laboratoires scientifiques ou industriels. L'aspect vivant et humain est premier. C'est une manière de ne pas oublier que depuis son origine, humanisme, éducation et métrologie sont intimement liés à ce lieu prestigieux.

La pyramide de la mesure, en tant que prototype, permet *aussi* de donner la parole aux publics. Leurs avis sur des améliorations possibles et pensables à apporter dans l'avenir à la pyramide de la mesure ont été sollicités comme un «Appel à contribution». Ces témoignages et critiques ont été enregistrés sur place, pendant toute la durée de son exposition sur un dictaphone et transcrits ensuite.

Les critiques des élèves et du public

Dans une large mesure, il est souhaité:

- une pyramide de la mesure où l'on entrerait
- des images plus grandes et plus visibles
- que les questions soient écrites sur le chapeau de la pyramide
- des posters autour de la pyramide
- des manipulations ludiques pour mieux comprendre la matérialisation des unités

Les élèves et le public restent fascinés par les instruments de mesure. Une demande importante porte sur le nom des instruments de mesure, leurs domaines d'application, leur précision, leur fonctionnement...

Les critiques des métrologues

- La pyramide de la mesure est une réussite. Tout d'abord une réussite technique et esthétique. La pyramide est véritablement belle. Elle attire les regards et suscite l'intérêt. J'ai pu le constater pendant mon après-midi au musée. Une réussite aussi parce qu'elle constitue une initiative en faveur de la Science en Fête, de la promotion du CNAM et de la métrologie.
- Mon impression générale de la pyramide de la mesure est assez positive. D'un point de vue technique, la pyramide aurait besoin d'être révisée essentiellement pour la taille de l'image.
- Un grand bravo pour oser la vulgarisation de la métrologie. ☐

Les témoignages des élèves

À l'issue des rencontres avec les métrologues, deux questions sont posées aux élèves⁶⁰⁴.

- Maintenant pour vous c'est quoi la métrologie ☐
- Est-ce que la métrologie vous semble importante ☐ Pourquoi ☐

Voici les réponses les plus significatives ☐

« La métrologie ça touche à tout ☐

« C'est une découverte pour nous ☐

« On prend conscience que pour faire de la science, il faut connaître la métrologie ☐ (élève de seconde)

« La métrologie c'est quand on mesure quelque chose. ☐ (élève de 5^{ème})

« Quand je prendrai un thermomètre, je ne le regarderai plus de la même manière ☐ (élève de 5^{ème})

« J'ai appris la candela, l'unité de la lumière et le kelvin, l'unité de température. ☐ (élève de 5^{ème}) ;

« la métrologie mesure tout ce dont on a besoin. La métrologie c'est la science des mesures, c'est important parce que sans mesure on est perdu. Si on veut construire sans mesure on est perdu. ☐ (élève de CM1)

« on prend conscience de l'univers ou de choses très petites par rapport à nous. ☐ (élève de CM1) –

« La mesure c'est important parce que l'on a toujours besoin d'avoir des repères. ☐

« On a besoin de mesurer les choses pour comprendre ce qui se passe autour de nous, c'est pour ça que la métrologie est importante. ☐

« La métrologie c'est quand on est pas sûr du résultat qui peut être différent si on a plusieurs instruments. ☐

⁶⁰⁴qui acceptent de répondre ou pas

« C'est important la métrologie pour avancer dans les connaissances des sciences. En fait c'est important pour les études scientifiques et techniques. C'est aussi technique puisqu'il y a les instruments que l'on utilise et il faut que l'on sache comment ça marche pour aller plus loin dans les sciences. » (élève de seconde)

« Ce n'est pas ce que l'on nous demande. Participer à des ateliers mis en place dans l'école ce serait bien pour mieux comprendre. Pourquoi en cours de physique il n'y a pas une option métrologie ? » (élève de première)

Les témoignages de métrologues

Après avoir demandé aux élèves de réagir sur ce qu'ils avaient compris ou entendu concernant la métrologie, leur témoignage est demandé aux métrologues venus nombreux rencontrer les publics au Musée des arts et métiers.⁶⁰⁵ Voici quelques réponses significatives :

« La rencontre avec une classe de troisième est très vivante. Le mot 'métrologie' ne fait pas partie de leur vocabulaire mais la « mesure », elle, est bien connue. Elle est conçue comme l'outil qui permet de mesurer les choses complexes dans les laboratoires de recherche ou de l'industrie. Ils imaginent moins qu'elle a des incidences quotidiennes. Il a fallu les aiguiller fermement pour qu'ils pensent à leur thermomètre médical ou de salon, pour qu'ils pensent à la balance du boucher et à l'indicateur de la pompe à essence. »

« L'incertitude est finalement une notion que les élèves acceptent. Mais ils la prennent comme un mal nécessaire dont ils ne savent pas quoi faire. La classe de seconde beaucoup plus studieuse ne connaît pas non plus le mot de métrologie. Pour eux aussi la mesure est quelque chose de lointain (pour des laboratoires). Ils connaissent la plupart des unités de base, mais ils ne conçoivent pas de nécessité d'avoir des étalons sauf pour les unités « petite » le mètre, le kilogramme et la seconde. Par conséquent ils ne voient pas trop l'intérêt d'une discipline telle que la métrologie. Ils pensent que tout le travail est déjà fait depuis longtemps. »

« Après avoir expliqué l'intérêt des étalons, de leur évolution, et beaucoup insisté sur l'idée d'incertitude, j'ai donné l'exemple du dénombrement des billes d'un sac comme n'étant pas de la métrologie. Une élève a alors conclu que tout ce que l'on pouvait bien connaître n'était pas de la métrologie et que ce qui était mal connu était de la métrologie. Le message est peut-être passé un peu abruptement. »

« Quelques questions ont été traitées aux métiers de la métrologie. J'ai à ce propos évoqué le mot de « qualité » qui est tout aussi inconnu pour les élèves rencontrés que celui de métrologie. »

« La classe de cinquième est remarquablement préparée par leur professeur. Cette visite est un élément de la pédagogie de l'année qui va inclure la métrologie. Ils ont mesuré les arêtes de la pyramide et obtenu évidemment des résultats variés. Les unités autres que le mètre, le kilogramme et la seconde sont bien mystérieuses. Pour eux l'incertitude est facile à admettre même s'ils ne savent pas trop quoi en faire. »

Conclusions relatives à la pyramide

⁶⁰⁵ Y compris le samedi et le dimanche ! Parfois jusqu'à cinq métrologues sont présents pour expliquer leur métier et répondre aux demandes des gens et des élèves.

La pyramide est *un instrument de mesure* qui montre un intérêt commun où agit une motivation collective. Elle est aussi prévue comme un départ d'un mouvement plus exhaustif en matière de diffusion de la culture métrologique.

Considérée par chacun comme le départ d'une plus vaste campagne de sensibilisation à la culture métrologique, aujourd'hui, après deux ans d'existence⁶⁰⁶, la pyramide de la mesure continue sa vie physique et symbolique dans l'école. Pendant l'année scolaire 2001-2002, le dispositif optique prototype de la pyramide a été confié à une équipe d'élèves préparant un BTS au Lycée Fresnel. Cette opération commencée en 2001-2002 se continue pendant l'année scolaire 2002-2003 avec la même équipe d'enseignants mais avec d'autres élèves. L'événement «**Pyramide de la mesure**» a également incité certains enseignants à inscrire leur classe dans un des deux **ateliers de sensibilisation à la métrologie**.

Ces ateliers expérimentaux ont donné des résultats intéressants, mais il est encore difficile de développer tous les aspects concernant ce travail dans cette thèse. Il semble prudent d'attendre quelque temps pour tenter une évaluation des résultats.

Un entretien avec l'enseignante de mathématiques qui a animé deux de ces ateliers en classe de cinquième pendant l'année scolaire 2000 – 2001 est en annexe.

Au 31 août 2002, la page «Le microscope**», page réalisée par des élèves au cours d'un de ces ateliers de sensibilisation à la métrologie est la plus demandée sur le site metrodiff.org.**

Le site Internet de Métrodiff

Dès que l'association Métrodiff est fondée, elle bénéficie officiellement de l'aide du CNAM et de l'Ecole des Mines de Paris. L'Institut national de métrologie⁶⁰⁷ héberge un bureau au CNAM et le Centre de recherche informatique (CRI) de l'Ecole des Mines héberge le site de Métrodiff sur un de ses serveurs.

Ce site Internet a plusieurs fonctions. Celle qui permet de **rassembler** dans un même lieu virtuel un ensemble de liens qui montre de façon non exhaustive mais importante un ensemble

⁶⁰⁶ Dont huit mois dans une cave du CNAM

⁶⁰⁷BNM-INM-CNAM

de sites officiels ou non, contenant des liens et des informations du domaine de la métrologie. Cette action de rassemblement de liens est *aussi* l'occasion de «[rencontrer](#)» des personnes. Chaque lien ajouté sur les pages est une occasion de prendre contact avec l'administrateur du site mis en lien et de faire connaître l'association, son site, ses buts et ses actions.

Pour vérifier que e-learning et métrologie ne sont pas incompatibles, des capteurs installés sur le site metrodiff.org ont mesuré la fréquentation de metrodiff.org pendant un temps défini (qui correspond à la durée de la préparation de cette thèse⁶⁰⁸). Les résultats positifs permettent d'envisager dans un deuxième temps de tenter de développer l'e-learning sur metrodiff.org. Pour que le site metrodiff.org fonctionne en tant qu'instrument de mesure, il n'a pas été cherché de construire un site «[parfait](#)» mais un site vivant où chacun est invité à participer au développement de l'espace commun. Les premières pages contiennent un rappel systématique notifiant qu'un appel à contribution reste ouvert et permanent pour l'amélioration du site, sa qualité ergonomique, ses contenus, son image, sa lisibilité, etc.. L'espace est ouvert à une démarche de construction collective. Celles ou ceux qui le désirent peuvent participer à la construction, au développement et à la qualité du site considéré comme un espace commun construit collectivement⁶⁰⁹. La participation effective des personnes dans ce mouvement est «[mesurable](#)», et autant le dire, considérable. Les compétences qui sont données pour le bon fonctionnement de l'ensemble du site Internet, du forum et de la liste de discussion sont autant de résultats qui montrent le passage d'un incréé à une réalisation collective. L'ensemble des développeurs de ce site participe à l'animation, à la construction et à l'organisation de contenus du site et par là même à son histoire et à son identité. Pour ne donner qu'un exemple les abonnés à la liste de discussion «Métrologie du quotidien» ont collectivement et à distance écrit un ensemble d'articles où peuvent venir puiser les journalistes lorsqu'ils abordent la question métrologique ou l'histoire de la mesure. Les articles issus de cette collaboration sont toujours en ligne et régulièrement téléchargés.

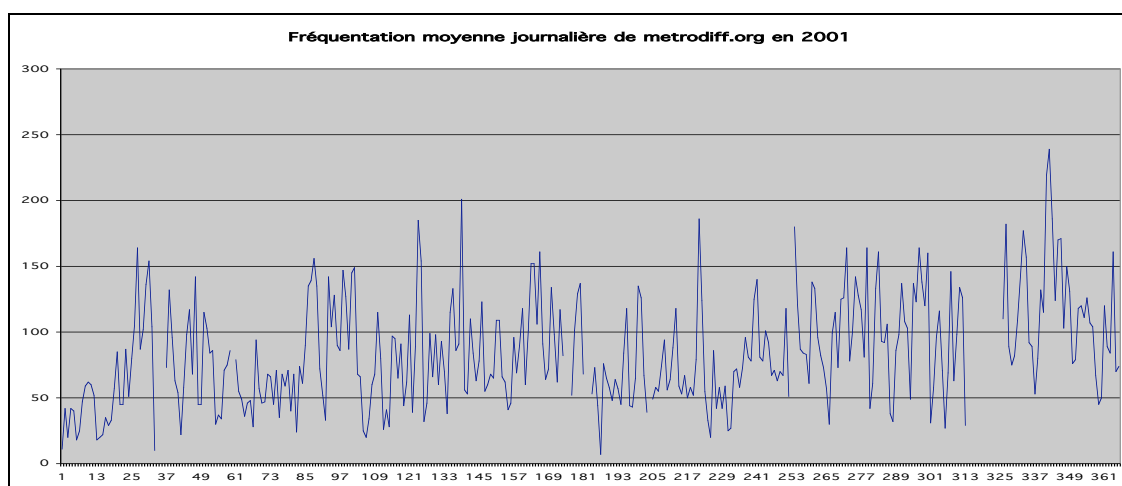
Le site web comme instrument de mesure

⁶⁰⁸ 1999-2002

⁶⁰⁹ En 2003, après plus de deux ans d'existence et à part quelques actions de *spam*, c'est à dire de publicité sauvage, le site n'a bénéficié que de volontés positives.

Le Site de metrodiff.org est hébergé par le Centre de recherche informatique de l'Ecole des Mines de Paris. Grâce à une analyse systématique des « logs »⁶¹⁰, la fréquentation du site est mesurée en continu. Les résultats présentés ci-dessous sont extraits de cette analyse. Par ailleurs, la seule année complète dont nous avons les mesures de fréquentation est l'année 2001. Pour harmoniser les résultats et donner une idée de l'évolution du site depuis sa création (3 avril 2000), les moyennes mensuelles sont corrigées.

D'une année sur l'autre, on observe une croissance régulière de la fréquentation, qui passe de 1260 pages par mois en 2000 à 2600 en 2001 et 4079 en 2002. Le chiffre de 2002 devrait être plus important encore, la fréquentation ayant été obérée par d'importantes pannes du serveur en avril et en août 2002.

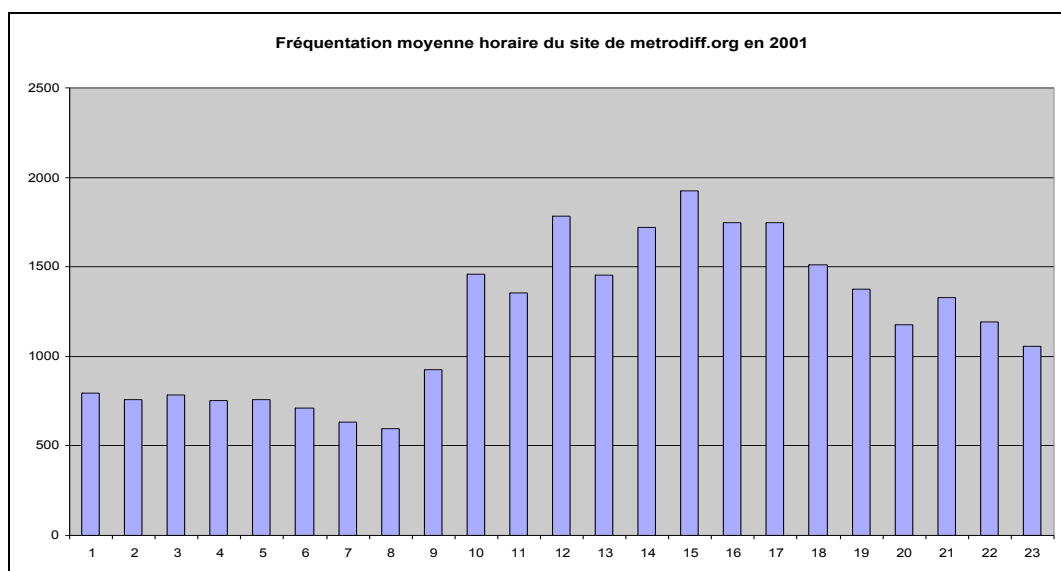


Graphe 8 – Fréquentation moyenne journalière du site metrodiff.org en 2001

Ordonnées – nombre de pages visitées – abscisses – jours de l'année 2001

La fréquentation journalière pendant l'année 2001 donne d'autres informations. On constate, par exemple, la consultation du site pendant les week-ends, et même les 25 et 31 décembre.

⁶¹⁰ Les logs sont des fichiers dans lesquels les serveurs écrivent des lignes de texte permettant de retracer les connections qu'il a reçu et comment il y a répondu.



Graph 9 Fréquentation moyenne horaire en 2001 du site metrodiff.org

Ordonnées : nombre de pages visitées – abscisses : heures de visite

Les chiffres de la fréquentation horaire montrent aussi que le site est appelé 24 h sur 24, avec certes, des pics de fréquentation de 9 à 11h et de 15 à 17, mais les visiteurs de la tranche 21-22h ne sont qu'un tiers de moins que ceux de ces pics aux heures de bureau. C'est là un signe parmi d'autres des mœurs autodidactes et des internautes. Leurs horaires ne suivent que de loin ceux du travail officiel.

Conclusion relative au site metrodiff.org

La première observation qui s'impose au vu de l'expérience de construction et d'animation de ce site est l'extraordinaire capacité de mobilisation que permet Internet. Une seule personne derrière son clavier peut espérer plusieurs milliers de lecteurs par mois, alors que les tirages éditoriaux des ouvrages techniques les mieux documentés atteignent cet ordre de grandeur (quelques milliers) pour la totalité de leur commercialisation.

Le site de Métrodiff, tout comme le site «[Le système métrique décimal devenu SI](#)» est conçu comme un outil et un lieu de diffusion de la culture métrologique vers le plus grand nombre. Ce site est de fait un espace commun. Sa conception et son organisation ont été orientées pour favoriser et mieux comprendre des comportements d'e-learning. Même si de grands mystères existent quant aux comportements des internautes, nous pouvons faire plusieurs remarques à partir des analyses. La première est que c'est «[Le microscope](#)», une page réalisée à partir de travaux d'élèves de cinquième, qui est la plus «[citée](#)» en 2002 ! Ensuite viennent, en ordre décroissant, les autres pages les plus citées dont un document relatif aux thermomètres mis à

disposition par un enseignant à l'Université de Montréal en 2001, abonné du forum de discussion «Métrologie du quotidien». Ce document est téléchargeable sous format word. Ensuite vient la page qui renvoie vers un grand nombre de sites de métrologie. La page d'accueil et celle du vocabulaire spécifique à la métrologie viennent en quatrième et cinquième positions. L'intérêt pour la métrologie historique se manifeste en huitième position (sur dix-neuf).

Les internautes viennent sur les pages de metrodiff.org, c'est un fait. Par contre il est beaucoup plus difficile de savoir ce qu'ils y cherchent et ce qu'ils y trouvent. Il semblerait nécessaire d'approfondir la connaissance des pratiques et des comportements des internautes.

Les mesures effectuées montrent l'intérêt d'un large public pour la métrologie. Les professionnels d'entreprises cherchent des informations métrologiques particulières et répondent aux questions posées sur les forums. Néanmoins, cet outil soulève encore plus de questions qu'il n'apporte de réponses. Sans doute, les instruments de mesure donnent beaucoup d'informations par mesures webométriques : on connaît la provenance des visiteurs (au moins le suffixe de leur adresse), les moteurs de recherche par lesquels ils sont arrivés, les horaires des consultations, mais on ne sait pas pour autant ce qu'ils cherchent, ce qu'ils aimeraient trouver, ni ce qu'ils sont disposés à entreprendre dans un réseau d'entraide. (Il est prévu prochainement d'organiser un «Appel à contribution» pour bénéficier des remarques des internautes dans ce domaine.)

Par les forums de discussion, des questions précises peuvent trouver des réponses précises : la définition d'un terme de métrologie, l'adresse d'un laboratoire compétent, une recherche de spécialiste ont pu aboutir grâce aux forums de Métrodiff. C'est peut-être le début de la constitution d'un réseau d'entraide professionnel, tel que celui qui s'est construit autour de Bernard Béguin (Villeneuve d'Ascq) avec le forum Cap-com, lequel regroupe plus de 600 responsables de communication des collectivités locales. Les instruments de mesure en «Webométrie» ne sont pas très précis pour indiquer ce que cherchent ou ce que trouvent les internautes, mais permettent seulement de savoir d'où ils viennent.

Les internautes arrivent le plus souvent en passant par le premier site construit de 1996 à 2002 - Le système métrique décimal devenu SI⁶¹¹. Ce site renvoie vers la page d'accueil de metrodiff.org. Ceci n'est pas surprenant car comme il a été souligné plus haut, le mot

⁶¹¹ www.quartier-rural.org/smd-si/

métrologie étant presque inconnu du public et de certains professionnels, j'en déduis que lorsqu'une personne a besoin d'information concernant la mesure, elle demande au moteur de recherche «Le système métrique». Arrivée sur le site concernant le système métrique décimal, la personne va, de là, sur les pages de metrodiff.org où elle trouve des informations concernant la métrologie. Enfin la plupart des internautes sont orientés vers metrodiff.org depuis les moteurs de recherche. (google.fr, .be, .de.. voila, yahoo etc...) mais aussi de sites comme celui de metrologie.org⁶¹², bnm.fr⁶¹³ ou cartable.net⁶¹⁴.*

Vers l'élaboration d'un contenu pédagogique de la métrologie du quotidien.

En tant qu'adulte, je ne suis pas sûre de bien savoir avec quel genre de manuel des enfants, qui sont ici des élèves, ont envie d'apprendre. Par ailleurs, je ne sais pas, en tant que non-métrologue, ce que des métrologues pensent qu'il est nécessaire que le public, les élèves ou les professionnels en formation qualifiante sachent, comprennent et s'approprient concernant leur culture⁶¹⁵. C'est à partir d'une démarche pédagogique favorisant l'autonomie de chacun et la participation de tous que je suis allée demander à des élèves et à des métrologues de faire des propositions. La contribution d'un groupe d'élèves d'une classe primaire et celles de métrologues se répondent mutuellement et s'intègrent dans une réflexion d'ensemble.

En allant rencontrer les élèves de l'école de primaire de Varen et en leur demandant de donner leur avis sur ce qu'ils pensent être un manuel scolaire de métrologie, je reste fidèle à l'idée de construire *ensemble* un espace métrologique commun. Un espace coopératif, où l'intérêt commun prime sur les intérêts particuliers. Demander à des élèves comment ils imaginent un ouvrage pédagogique, c'est leur demander ce qu'ils savent le mieux. Ils sont compétents pour donner un avis pertinent sur les supports pédagogiques dont ils ont besoin pour apprendre et pour s'intéresser à ce qu'ils apprennent. Ce faisant, c'est leur confier une part de responsabilité dans la création, la construction et le développement de leur propre outil de connaissance. Cette étape de réflexion préalable est déjà une production de nouvelles connaissances.

⁶¹² www.metrologie.org

⁶¹³ www.bnm.fr/divers/actualites.htm

⁶¹⁴ cartables.net/ressources/sciences.php3

⁶¹⁵ Les avis des métrologues sur l'enseignement de base en métrologie sont pp. 236-239

Pour savoir si « Ça marche et jusqu'à quel point ? », une mesure est nécessaire. Est-ce que les élèves et leurs enseignants jouent le jeu ou mieux encore « se prennent au jeu » ? Quelle est la qualité et la pertinence de leurs propositions ? Un dispositif de mesure adapté permet de rendre visibles la démarche utilisée et les résultats obtenus. Ce travail est loin du domaine de l'unité de mesure du SI mais il s'en rapproche par le respect de la négociation et de l'échange.

Contribution des élèves de Varen à la définition d'un manuel scolaire de métrologie

Le 11 mars 2000, préalablement préparée avec le directeur, la rencontre a lieu avec une classe de l'école rurale de Varen-Lexos (82). Cette rencontre a pour objectif de donner la parole aux destinataires potentiels de l'enseignement de la métrologie : les élèves de primaire.

En tant qu'adulte, je suis consciente que les experts ici ce sont eux. Ils acceptent volontiers de **contribuer** à un projet de réflexion sur l'enseignement de la métrologie. Leurs avis, intégralement mis à disposition sur Internet, seront pris en compte si les moyens permettent d'aller jusqu'à la réalisation d'un manuel « métrologie ».

C'est un samedi matin. Ce jour-là un vif soleil de mars brille de tous ses feux printaniers. Les élèves, réunis dans une salle de classe sont curieux et motivés pour cette séance peu ordinaire. Nous leur présentons, le maître et moi, l'objet de la rencontre : aider des adultes à réaliser un livre d'école en donnant leur *avis d'élèves*. La discussion dure 45 min. Elle est très animée. Les 22 élèves participent très sérieusement à la réflexion. Ils comprennent bien que *nous avons vraiment besoin d'eux*. La métrologie est présentée comme la science de la mesure, celle des centimètres, des grammes, mais qui, avec l'évolution de l'environnement technique et scientifique, s'est beaucoup compliquée. Est-ce qu'on mesure « la distance de la terre à la lune ? » demande l'un d'eux. Oui, on mesure les distances mais aussi les températures, l'électricité, la vitesse, le temps et bien d'autres choses encore.

C'est avec une bonne connaissance de l'utilisation des manuels scolaires qu'ils émettent des propositions pleines de bon sens sur la forme et le contenu d'une valise pédagogique « « Métrologie » ».

N'étant pas habitués dans cette école à utiliser la vidéo ni Internet, les élèves participent plus particulièrement à la définition de ce que serait un manuel de métrologie pour des élèves de l'école primaire mais pouvant servir aussi au collège et même peut-être au lycée et dans la formation professionnelle. Voici leur avis. Leur expression est respectée. Les mots écrits sont les leurs.

Un livre et une cassette vidéo, c'est une bonne idée.

Le personnage

L'idée d'un **personnage**, ami des métrologues en herbe et féru de métrologie est à retenir **ABSOLUMENT**. C'est un enfant. Il est en rollers ou en skate, avec ou sans cartable, ça dépend des fois. Il est «cool», rigolo, il fait des bêtises, bref : il a de l'humour ! Il devra présenter les exercices de façon ludique.

Le personnage est-il un garçon ou une fille ?

Après discussion, il est conclu que de toutes façons, il est habillé. - Il sera habillé en astronome quand on sera sur les pages de l'astronomie, en chinois en Chine ... Dans 10 ans, les rollers et le skate ne seront plus à la mode, le personnage pourrait être sur un objet volant.

L'organisation pédagogique du manuel :

Des couleurs sur les pages permettraient de **repérer la difficulté de l'exercice**. Il est proposé une pastille rouge pour le très difficile et du bleu pour le facile. (Une autre idée, un bonhomme qui sourit ou qui fait la moue.)

Un manuel scolaire n'est pas une BD.

Certains affirment que même si des dessins illustrent un manuel scolaire, ce n'est pas pour autant une BD.

Après discussion, 50 % 100 de BD et 50 % 100 de non BD. Ensuite, les réponses se situent entre 40 % de BD et 60 % de non BD...

Cette question est restée en suspens⁶¹⁶...

Les couleurs du manuel

Elles sont claires ou naturelles, (à éviter à tout prix le rose).

⁶¹⁶Nous irons demander à d'autres élèves ce qu'ils pensent de ce point

La présentation des leçons

Le manuel n'a pas d'encadré pour les leçons.

Le sommaire du manuel

Il sera présenté en forme de carte et non de haut en bas.

Le format du manuel

D'un commun accord, il semble que le format poche n'est pas apprécié. Un bon manuel mesure 26 cm x 18 cm environ, (comme le livre de grammaire dont nous donnons les mesures).

Les chapitres du manuel

Histoire - Astronomie - Géographie - Mathématique - Géométrie - Biologie - Art.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Partant d'une question d'après guerre, enfantine mais essentielle « Existe-t-il une pensée universelle, capable de mettre les hommes d'accord ? », j'ai été mise en éveil par la découverte d'un petit livre, écrit en 1809 par un enseignant pas comme les autres, R. Petit. Cet homme, aujourd'hui oublié, s'était donné pour but de mettre la connaissance des unités de mesure et de leur usage « à la portée des esprits les plus simples ». Il s'indignait que les savants n'aient pas été capables de s'exprimer pour être compris de tous.

Je vis que son livre indiquait la direction où chercher cette « pensée universelle » car la mesure est le point de passage obligé de toute connaissance rationnelle.

Cette découverte a déterminé ma trajectoire personnelle, d'abord auprès des personnes en difficulté. Puis chez les métrologues pour mieux connaître et comprendre leurs connaissances et mettre en œuvre des moyens de mieux partager la culture métrologique. La présente thèse est une étape essentielle de ce parcours. Elle rend compte de cette expérience. C'est un travail de recherche destiné à permettre à construire des passerelles pour une tâche dépassant manifestement les forces d'une seule personne ou même d'un groupe particulier.

Le premier constat est que, en contradiction avec sa vocation initiale, l'enseignement, dans le courant du XX^e siècle, a abandonné la métrologie. Il en résulte une inculture métrologique du public : sur 91 personnes interrogées à la sortie du Salon de l'Éducation en novembre 2001, à la question « Pouvez-vous me dire ce qu'est la métrologie », 80 ne savent rien répondre. Certains confondent la métrologie avec la météo ou la « science des transports urbains ». Même dans l'enseignement supérieur, la métrologie est pratiquement absente des programmes des écoles d'ingénieurs. De jeunes physiciens⁶¹⁷ rendent des copies omettant d'indiquer la précision des mesures qu'ils utilisent.

Néanmoins, comme le montre l'enquête réalisée dans les entreprises, lorsqu'on parle métrologie avec les industriels, l'intérêt se manifeste presque toujours. Certains sont astreints à de grandes précisions. Ils gèrent des services spécialisés et connaissent les raccordements aux chaînes d'étalonnages. D'autres entreprises gèrent la continuité de la qualité des produits, par l'intermédiaire de l'instrumentation qui leur ont été fournies. Ces derniers font de la

⁶¹⁷ Informations récentes émanant d'enseignants de l'ENS et du CNAM.

métrologie sans le savoir. Tous comprennent les enjeux et reconnaissent l'intérêt d'une réflexion sur le sujet.

Les enseignants qui témoignent ont une position plus complexe : la métrologie n'est pas au programme, mais elle intéresse. Pour certains d'entre eux la métrologie est une manière de rendre plus vivants certains enseignements abstraits, comme ceux des mathématiques. Pour d'autres enseignants le mètre est une « évidence » quotidienne qui n'a même pas besoin d'être enseignée. Cependant, les difficultés d'enseignement de la mesure ne manquent pas. La notion d'incertitude est difficile à transmettre. Elle est souvent occultée ou inconnue. Dans ce dernier cas l'on peut se demander s'il ne s'est pas glissé subrepticement un contresens dans le système éducatif touchant à la notion même de connaissance.

Depuis Galilée, la connaissance scientifique se pose comme plus fondée que les discours religieux parce qu'elle s'appuie sur des mesures vérifiables. Or si l'enseignement décrit abondamment les résultats de mesure obtenus par les scientifiques, il omet largement d'apprendre à mesurer par soi-même. Ce faisant il laisse de côté ce qui fait l'essence même de la connaissance scientifique, c'est-à-dire le doute et son instrument concret, la mesure et ses incertitudes. Dès lors la Science est transmise comme un dogme et non comme une méthode, que chacun pourrait transposer dans sa vie quotidienne.

Ce constat épistémologique interroge sur l'essence de la métrologie. En effet si son enseignement a été abandonné c'est que sa raison d'être a été perdue de vue. Il faut donc tenter de la retrouver.

La voie que j'ai choisie est celle de l'Histoire. J'ai recherché d'où vient la métrologie et comment, à chaque époque, elle interagit avec la société. J'espère avoir trouvé de quoi ranimer l'intérêt des enseignants et des chercheurs pour une culture métrologique depuis les origines. À première vue, l'horizon de l'Histoire de la mesure est presque tout entier occupé par la période de la Révolution française. La demande qui remonte du peuple par les cahiers de doléances est : « qu'il n'y ait plus deux poids, deux mesures ». La nuit du 4 août dans laquelle, en abandonnant leurs privilèges, les nobles perdent celui de fixer la valeur des mesures dans leurs domaines. Le choix du mètre en référence au méridien terrestre et le système métrique décimal construit « pour tous les hommes et pour tous les siècles », tout cela a une telle force, on y trouve tant de générosité, de sagesse et de raison que l'esprit s'y arrête naturellement et en fait sa référence fondatrice de la métrologie. Toutefois, en observant de plus près cette période, il apparaît que la demande populaire visait seulement l'équité des

échanges et des impôts. Les dispositions prises avec l'instauration du système métrique décimal sont allées bien au-delà et elles ont abouti à un résultat imprévu : le pouvoir métrologique a été confié à la communauté scientifique, alors que la demande initiale provenait de l'univers marchand et de celui des multiples transactions de la vie quotidienne.

En remontant plus loin dans le temps, jusqu'aux origines de la mesure en Mésopotamie, on constate la force et la permanence du lien qui unit le marché à la mesure. Il semble que dans cette région fertile, l'existence de surplus ait suscité les premières organisations marchandes, lesquelles ont à leur tour suscité ou stimulé le développement de la **comptabilité** et de l'**écriture**, pour prendre acte des transactions, de l'école, pour apprendre à écrire et compter et de la **mesure** (des quantités échangées et du poids de métal en contrepartie). Ainsi, l'enseignement et la métrologie seraient nés conjointement des nécessités de l'univers transactionnel mésopotamien, qui deviendra international avec la Route de la Soie reliant la méditerranéenne, l'Inde et la Chine.

À travers le temps, les mesures marchandes sont l'objet de tentatives permanentes de truccages. Seule la «livre médicinale» semble rester constante à travers les siècles. Les autres mesures fluctuent sous la pression des plus influents et se démultiplient pour des usages locaux ou professionnels.

Depuis l'Antiquité, ce ne sont pas, comme aujourd'hui, sept «unités fondamentales» dont il est question, mais des milliers de mesures différentes, réinventées ou reconfigurées siècle après siècle. Périodiquement, le pouvoir face au spectacle consternant de l'anarchie métrologique (qui rend les transactions inutilement complexes et favorise toutes sortes de fraudes ou d'arnaques), tente d'unifier le système de mesure. Il échoue dans la plupart des cas et plus rarement il réussit.

Ce fut le cas de Charlemagne, jouant de son autorité et de son sens de l'organisation. Après lui, pendant mille ans, de 789 à 1789, ce que l'on pourrait appeler la dégradation entropique du système de mesure reprend. À la Révolution française, ce sont à nouveau des milliers de mesures différentes de poids, de longueur, de volume, qui ont cours. «l'état de grâce» de l'été 1789 permet alors la grande unification révolutionnaire. Depuis, la définition des mesures, n'étant plus confiée au jeu des intérêts commerciaux, connaît une relative stabilité dans la grandeur des unités, mais de profondes transformations dans la manière de les définir.

Plus généralement les techniques contemporaines, particulièrement celles qui se développent le plus rapidement, dans les domaines de l'optoélectronique et la biotechnologie par exemple, doivent leurs performances à l'hyper-précision. Les techniques de mesure opèrent à des niveaux dépassant de loin le seuil du sensible et mobilisent des appareillages de plus en plus coûteux. Seuls y ont accès les très grandes entreprises ou les grands organismes de recherche. De fait, la métrologie, initialement vouée au partage, a été récupérée et soumise de nouveau à la logique de la puissance.

Il en résulte que l'abandon de la métrologie par l'enseignement n'est qu'un volet d'un double mouvement□ celui qui prive le public de moyens d'intervention sur le cours des techniques, tout en le conviant à admirer leurs performances. Dans ces circonstances, il semble que remettre la métrologie à portée du public serait une étape nécessaire de la reconquête de l'autonomie individuelle et collective.

Des lieux d'observation où je me suis trouvée, il apparaît clairement que notre époque vit une grande désorientation. La soi-disant « Société de l'information » est aussi une société de surinformation et de désinformation où ni l'humain ni le vivant ne trouvent leur compte. Le défi qu'elle pose est d'abord un défi à la conscience.

À l'opposé du mouvement contemporain de confiscation des techniques, d'autres instruments de mesure se mettent en place pour surveiller l'état de l'agriculture, de la déforestation, des océans⁶¹⁸, de l'atmosphère⁶¹⁹ et des pollutions. Conformément à la vocation donnée par la Révolution française à la métrologie, ces mesures échappent aux intérêts marchands ou guerriers pour se mettre au service de l'intérêt général, lequel ne peut d'ailleurs se passer, en miroir, d'une éducation à la métrologie. On ne peut que se féliciter de l'apparition de ces mesures nouvelles d'utilité publique, mais la désorientation subsiste, car elle prend sa source dans les fonctionnements sociaux.

Dès lors qu'il s'agit de reconquérir l'autonomie, le centre d'intérêt n'est pas l'objet mesuré, mais le sujet. De ce point de vue, les qualités objectives d'une mesure sont moins importantes que ses effets subjectifs. Or, de même qu'une communauté de joueurs se reconnaît dans le respect de la règle, les sujets, qu'ils soient porteurs d'une conscience individuelle ou collective, se reconnaissent et se construisent en référence à leurs projets, lesquels sont autant

⁶¹⁸ notamment pour la prévision du phénomène « El niño », opération Toppex Poseïdon..

⁶¹⁹ les satellites météo.

d'occasions de mesure pour eux-mêmes. Il s'agit alors non plus d'une mesure imposée au sujet par le contexte social mais d'une mesure réflexive qui sert à se mesurer et donc à définir, en pratique et en perception, son identité et ses capacités. Néanmoins, pour que cette mesure fonctionne sainement, elle ne doit pas être sans relations avec le reste du monde, isolée et seule de son espèce, elle ne pourrait qu'engendrer un confinement.

La mesure est un acte technique élémentaire, mais la métrologie suppose, en plus de la mesure, un **raccordement** qui re-lie l'acte de mesurer à un espace plus large. Il n'est pas indispensable que cet espace soit immense, voire cosmique comme celui des mesures scientifiques. Il faut qu'il y ait un raccordement, c'est-à-dire un lien, ne serait-ce que de proximité, élargissant le champ des possibles, autorisant le sujet à sortir de son confinement.

La création de métrologies personnalisées, capables de donner à chacun les moyens de baliser son chemin d'autodidacte, mène plus loin à l'idée d'une métrologie universelle basée sur la reconnaissance, la raison et l'accord. Et c'est pour moi, ce qui mène à la pensée universelle que je cherchais enfant.

Fin

BIBLIOGRAPHIE

308 p.

ALBERONI (F.) *Genesis, Mouvements et institutions*. Ed. Ramsay, Paris, 1992, 684 p.

ALBERONI (F.) *Le choc amoureux*. Ed. Ramsay, Paris, 1979, 185 p.

ARDOINO (J.) et BERGER (G.) *D'une évaluation en miettes à une évaluation en actes.*, Ed. Andsha Matrice, France, 1989, 234 p.

ATTALI J. *al.* Riot-Sarcey, Touraine A. et Boutros Boutros-Ghali *Les Utopies, moteurs de l'histoire* Les Rendez vous de l'histoire. Blois 2000. Ed. Pleins Feux, Paris, 2000, 124 p.

AUTHOUART (F) *La métrologie* Mais c'est très simple (à paraître)

AVANZINI (G.) *La pédagogie aujourd'hui*. Ed. Dunod, Paris, 1996, 251 p.

BACHELARD (G.) *Le nouvel esprit scientifique*. Quadrige/PUF, Paris, 1934, 183 p.

BALZAC (H.) *Les paysans*. Ed. Gallimard. Paris, 1975, 495 p.

BEAUFRET (J.) *Parménide. Le Poème*. Ed. PUF, Paris, 1955

BEDIN (L.) *Lire le Protagoras*. Ed. Les belles lettres, Paris, 1975, 325 p.

BELHOSTE (B.). *Les sciences dans l'enseignement secondaire français*. Textes officiels Tome I 1789/1914. Paris I.N.R.P.1995, 767 p.

BENTHAM (J.) *Le panoptique précédé de l'œil du pouvoir, entretien avec Michel Foucault*. Ed. Belfond. Paris, 1977, 219 p.

BERKA K. *MEASUREMENT, Its Concepts, Theories and Problems*. Boston, Center for Philosophy and History of Science, 1982, 229 p.

BERNE (E.) *Que dites-vous après avoir dit bonjour* Ed. Tchou, Paris, 1988, 371 p.

BERTHOZ (A.) *Le sens du mouvement*. Ed. Odile Jacob, Paris, 1997, 445 p.

BEURDELEY (C.) *Sur les routes de la Soie*. Ed. Office du Livre S.A., Suisse, 1985, 224 p.

BIGOURDAN (G.). *Le système métrique des poids et des mesures, son établissement*. Paris, Gauthier-Villars, 1901, 458 p.

BLANCHE (R.) *Structurelles intellectuelles*, Paris Vrin, 1969, 146 p.

BLANCHET (A.) *Dire et faire dire, l'entretien*, Ed. A. Colin, Paris, 1991-1997, 171 p.

BLEIGER (E.) "The Economy of Ancient Egypt" in *Civilizations of the Ancient Near East*, Volume III, SASSON (J.M) Editor in Chief, pp. 1373-1379.

BOLIAK (J.) et WISMANN (H.) *Héraclite ou la séparation*. Ed. Les Ed. de Minuit, Paris, 1972, 405 p.

BOLTANSKI L. ET THEVENOT L. *De la justification. Les économies de la grandeur*. Paris, Gallimard, 1991, 482 p.

BOTTÉRO (J.) *al.* Herrenschildt (C.) et Vernant (J.P.) *L'Orient ancien et nous*. Ed. Hachette, Paris, 1998, 227 p.

BOTTERO (J.) *La Mésopotamie*. Gallimard, Paris, 1987, 552 p.

BOTTERO (J.) *Initiation à l'Orient ancien*. Ed. Seuil, Paris, 1992, 358 p.

- BOUILLE (M.) *L'école, l'histoire d'une utopie XVII – début XX ème* Rivages/Histoire, Paris 1988. 248 p.
- BOURDIEU P. *Ce que parler veut dire*. Poitiers, Imprimerie Aubin, 1982, 244 p
- BREDIN (J.D.) *Seyes La clé de la Révolution française*, Ed. du Fallois. Paris, 1988, 610 p.
- BRILLOUIN (L.) *La science et la théorie de l'information*. Ed. J. Gabay, Paris, 1988, 302 p.
- BRONISLAW (B.) *Une éducation pour la démocratie – textes et projets de l'époque révolutionnaire*. Ed. Droz, Genève, 2000, 521 p.
- CARNAC (P.) *L'architecture sacrée. Le message du triangle*. Ed. J. Bouilly, Ed. Dangles, Paris, 1978, 317 p.
- CAWE (N.) *L'héritage des chasseurs-cueilleurs dans le Nord-Ouest de l'Europe 10 000 – 3000 ans avant notre ère*. Ed. Errance, Paris, 2001, 207 p.
- CHAMBON (M.), LE FRIOUS (F.) SIGALA (M.) *Étalons et unités de mesure : les bases de la métrologie en France : mise en pratique du Système international d'unités*. Ed. BNM Paris, 1996, 80 p.
- CHARLOT B. *Du rapport au savoir. Eléments pour une théorie*, Paris Antropos, 1997, 112 p.
- CHARPAK (G.) *La main à la pâte*. Ed. Flammarion, Paris, 1996, 155 p.
- CONDORCET *Cinq mémoires sur l'instruction publique* (présentation par Charles Coutel et Catherine Kintzler), Ed. Flammarion, Paris 1994, 380 p.
- CONDORCET. *Esquisse d'une tableau historique des progrès de l'esprit humain*. GF Flammarion, Paris, 1988, 348 p
- COTTREUX (J.) *Les thérapies cognitives*, éditions Retz, Paris 2001, 283 p.
- COURTOIS (J-C). in «*Prix, salaires, poids et mesures*» dir. Gyselen R. *Res Orientales*. Paris 1990, 161p.
- CYRULNIK (B.) *Les nourritures affectives*. Ed. O. Jacob, Paris, 1993, 241 p.
- DE VIGUERIE J. *Histoire et dictionnaire du temps des Lumières* , Paris, Laffont, 1995, 1730 p.
- DEMEULENAERE- DOUYERE (C.) *Histoire et mémoire de l'Académie des sciences, guide de recherche*, dir. Eric Brian, Ed. Technique documentation, Paris, 1996, 449 p.
- DESCARTES R. *Discours sur la méthode*, Paris, Les Ed. de l'école, 1947, 69 p.
- DESPLAT (Ch.) *Foires et marchés dans les campagnes de l'Europe médiévale et moderne*. Toulouse, PUF, 1996, 252 p.
- DESROSIERES A. *La politique des grands nombres*. Paris, Poche, La Découverte, 2^{ème} édition 2000, 456 p.
- DURKHEIM (E.) *L'éducation morale*. Quardrige / PUF, Paris, 1963, 242 p.
- DURKHEIM E. *L'évolution de la pédagogie en France*. Paris, PUF, 1989, (réédit. 1938), 282p .
- DURKHEIM E.. *Les formes élémentaires de la vie religieuse* Paris, PUF, 1960, 647p .
- EINSTEIN (A.) *Comment je vois le monde*. Ed. Flammarion, Paris, 1989, 189 p.
- EINSTEIN (A.) *Conceptions scientifiques*. Ed. Flammarion, Paris, 1990, 188 p.
- ELIADE (M) *Forgerons et alchimistes*. Ed. Flammarion, Paris, 1977, 188 p.

- ELIADE (M) *Le mythe de l'éternel retour*. Ed. Gallimard, Paris, 1998, 182 p
- ELIAS (N.) *Du temps*. Ed. Fayard, Paris, 1999, 251 p.
- ESBROECK van (M.J.) *Les versions géorgiennes d'Epiphane de Chypre. Traité des poids et mesure*. Scriptorum Iberici, Tomus 20, 1994, 53 p.
- FAVIER (J.) *Charlemagne*. Ed. Fayard, Paris, 1999, 769 p.
- FELDMANN (J.) *Condorcet* □ *Mathématiques, Raison, Engagement*. Gemmas, CNRS, N° 17, 2001, 24 p.
- FELDMANN (J.) *Objectivité et subjectivité en sciences*. Quelques aperçus. Revue européenne des sciences sociales, T. XL, 2002, N° 124, pp. 85-130
- FLICHY (P.) *Une histoire de la communication moderne*. La Découverte, Poche, Paris, 1997, 281 p.
- FORIEN de ROCHESNARD (J) □ LUGAN (J.) *Album des poids de France*. Paris, 1957, 352 p.
- FOUCAULT (M.) *L'histoire de la folie à l'âge classique*. Ed. Gallimard
- FOUCAULT (M.) *Surveiller et punir*. Ed. Gallimard, Paris 1975. 360 p.
- FRENET (E.) *Naissance d'une pédagogie populaire*. Ed. Maspéro, Paris, 1981, 351 p.
- FURET (F.) OZOUF (M.) *Idées. Dictionnaire critique de la révolution française*. Ed. Flammarion, Paris, 1998, 544 p.
- FURET (F.) *Penser la Révolution française*. Ed. Gallimard, Paris, 1985, 316 p.
- GARDENER (H) *Les formes de créativité*. Ed. Odile Jacob, Paris, 1993, 472 p.
- GASTON GRANGER (G.) *Sciences et réalité*. Ed. O. Jacob, Paris, 2001, 262 p.
- GAUDIN (T) *L'avenir de l'esprit*. Paris, Albin Michel, 2001, 343 p.
- GAUDIN (T.) HATCHUEL (A.) Sous la direction de. *Les nouvelles raisons du savoir Prospective de la connaissance* Ed. de l'Aube, La Tour d'Aigues, 2002, 322 p.
- GAUDIN (T.) sous la direction de. *2100 récit du prochain siècle*. Ed. Payot, Paris, 1990, 600 p. 1990
- GUEDJ (D.) *La Révolution des savants*. Ed. Gallimard, 1988, 160 p.
- GUEDJ (D.) *Le mètre du monde*, Ed. Seuil, Paris, 2000, 334 p.
- GUTTON (J.P.) *Domestiques et serviteurs dans la France de l'ancien régime*. Ed. Montaigne, Paris, 1981, 243 p.
- HABERMAS (J.) *La technique et la science comme idéologie*. Ed. Gallimard - Denoël, Paris 1973, 211p.
- HADAMARD (J.) *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique* suivi de POINCARÉ (H.) *L'invention mathématique*. Ed. J. Gabay, Paris, 1993, 150 p
- HALEY (J.) *Un thérapeute hors du commun : Milton H. Erickson*. Ed. Française Desclée de Brouwer, 1884, 383 p.
- HALL (J.) *Dictionnaire des mythes et des symboles*. Ed. Guy Montfort, Paris, 1994, 415 p.
- HAMPSON (N.) *Le siècle des lumières*. Ed. Seuil, Paris, 1968, 250 p.
- HEIDEGGER (M.) *Essais et conférences*. Ed. Gallimard, Paris, 1958, 236 p.
- HEIDEGGER (M.) et FINK (E.) *Héraclite*. Ed. Gallimard, Paris, 1973, 222 p.

- HEIDEGGER (M.) *Questions IV*. Ed. Gallimard, Paris, 1976, 339 p.
- HEISENBERG (W.) *La partie et le tout. Le monde de la physique atomique*. Ed. Flammarion, Paris, 1990, 333 p.
- HERBER-SUFFRIN (C.) *Echangeons nos savoirs !* Ed. Syros, Paris, 2001, 202 p.
- HESSE (H) *Le jeu des perles de verre*. Ed. Calmann-Lévy, Paris, 1955, 545 p.
- HOCQUET (J.C.) *La métrologie historique*. Vendôme, PUF, 127p.
- HOCQUET (J.C.) *Anciens systèmes de poids et mesures en Occident*, Ed. Aldershot, GB,
- HOPKIRK (P.) *Bouddhas et rôdeurs sur la Route de la Soie*. Ed. Philippe Picquier, Arles, 1995, 341 p.
- HUIZINGA (J.) *Homo ludens*. Ed. Gallimard, Paris, 1951, 340 p.
- IFRAH (G.) *Histoire universelle des chiffres, Lorsque les nombres racontent les hommes*. Ed. Seghers, Paris, 1981, 568 p.
- JEDRZEJEWSKI (F.) *Histoire universelle de la mesure*. Ed. Ellipses, Paris, 2002, 416 p.
- KHUN (T. S.) *La structure des révolutions scientifiques*. Ed. Flammarion, Paris, 1983, 284 p.
- KOVALEVSKI. (J.) *Quelle place pour la métrologie en France à l'aube du XXI^e siècle ?*, CADAS, Paris 1996, ISBN 2-7430-0108-9
- KRAMER (S. N.) *L'histoire commence à Sumer*. Ed. Flammarion, Paris 1986, 313 p.
- KULA W. *Les mesures et les hommes*. Maison des sciences des hommes, Paris, 1962, 302 p.
- LANDES (S.D.) *L'heure qu'il est*. Ed. Gallimard, Paris, 1987, 622 p.
- LAPIERRE (J.P.) *Règles des moines*. Ed. Seuil, Paris, 1982, 186 p
- LAPLANTINE (F.) *L'anthropologie*. Ed. Payot, Paris, 1994, 243 p.
- LE GOFF (J.) *al.* LEFORT (J) et MANE (P.) *in Les calendriers*, Colloque de Cerisy, Ed. Somogy, Paris, 2002, 396 p.
- LE RIDER (G.) *La naissance de la monnaie*. PUF, Paris, 2001, 286p
- LECERF (Y.) et PARKER (E.) *Les dictatures d'intelligentsias*. PUF, Paris, 1987, 276 p.
- LESBESQUE H. *Les mesures de grandeur*. Paris, Libr. Scientifique et technique, 1975.184 p.
- LESTEL (D.) *Les origines animales de la culture*, Ed. Flammarion, Paris, 2001, 368 p.
- LEVALLOIS (J.J.) *Mesurer la terre 300 ans de géodésie française*, Presses des Ponts et Chaussées, Paris, 1988, 389 p.
- LORENZ (K.) *L'agression*. Ed. Flammarion, France, 1969, 314 p.
- MAC LUHAN M. *Pour comprendre les média* Paris, Mane Seuil, 1967, 404 p.
- MACHABEY (A.) (Junior) *La métrologie dans les musées de Province et sa contribution à l'histoire des poids et mesures en France depuis le treizième siècle*. Ed. de la revue de métrologie pratique et légale, Paris, 1962, 512 p.
- MACHABEY Jeune A. *Mémoire de la balance et de la balancerie*. Imprimerie nationale, SIM, 1949. 128 p
- MARQUET (L.) LE BOUCH (A.) ROUSSEL (Y.). *Le système métrique, hier et aujourd'hui*, Ed. ADCS, Amiens, 1996, 131 p.
- McCALL (H.) *Mythes de la Mésopotamie*. Ed. Seuil Paris, 994, 142 p.

- MOCH M. *Initiation aux théories d'Einstein*, Paris, Larousse, 160 p.
- MOSCATI (S.) *Les Phéniciens*. Paris, Stock, 1988, 670 p.
- NEEDHAM (J.) *La science chinoise et l'Occident*. Ed. Seuil, Paris, 1973, 252 p.
- NEEDHAM (J.) *Science et civilisation en Chine*. Ed. Ph. Picquier, 1995, 357 p.
- OZOUF (J) et OZOUF (M.) *La République des instituteurs*. Ed. Le Seuil, 1992, 487 p.
- PERDIJON J. *La Mesure*. Paris, Flammarion, 1998, 126 p.
- PERRAUT-SOLIVIVERES (A.) *Infirmières, le savoir de la nuit*. Ed. PUF, 5 ème édition, 2002, 292 p.
- PIAGET (J.) *La construction du réel chez l'enfant*. Ed. Delachaux et Niestlé, Suisse, 1950, 342 p.
- PIAGET (J.) *Les formes élémentaires de la dialectique*. Ed. Gallimard, Paris, 1980, 249 p.
- PIAGET (J.) *Psychologie et pédagogie*. Ed. Denoël, Paris, 1969, 249 p.
- PLANCK (M.) *Initiations à la physique*. Ed. Flammarion, Paris, 1989, 284 p.
- PLATON «Protagoras», in *Protagoras Euthydème Gorgias Ménéxène Ménon Cratyle* (traduction, notices et note par Emile Chambry). Ed. Flammarion, Paris, 1967. 503 p.
- POINCARÉ (H.) *La Science et l'hypothèse*. Ed. Champs Flammarion, 1968, 252 p.
- POPPER (K.) *Des sources de la connaissances et de l'ignorance*. Ed. Payot & Rivages, Paris, 1998, 157 p.
- POPPER (K.) *L'univers irrésolu. Plaidoyer pour l'indéterminisme*. Ed. Hermann, Paris, 1982, 159 p.
- POPPER (K.) *La logique de la découverte scientifique*. Ed. Payot, 1968, 480 p.
- POPPER (K.) *La logique de la pensée scientifique*. Ed. Payot, 1973, 480 p.
- POPPER (K.) *Misère de l'historicisme*. Ed. Plon, Paris, 1956, 211.
- PRIEL (M.), PERRUCHET (CH.) *Estimer l'incertitude*. Ed. AFNOR, Paris, 2000, 119 p.,
- PRIGOGINE (I.) et STENGERS (I.) *Entre le temps et l'éternité*. Ed. Flammarion, Paris, 1992, 222 p.
- PRIGOGINE I. *La fin des certitudes*. Paris, Odile Jacob, 1996, 228 p.
- REY (A.) «Évolution» *Histoire d'un mot*. Ed. Gallimard, Paris, 1989, 376 p.
- RITTER (J) "Les nombres et l'écriture". *Qu'est ce que L'univers* Dir. UTLS. Tome 4, Paris Odile Jacob, 2001 P.118
- ROCHE (D.) *La France des Lumières*. Ed. Fayard, Paris 1993, 651 p.
- ROQUEPLO (P.) *Penser la technique : pour une démocratie concrète*, Ed. Seuil, 1983, 248 p
- ROUCHE (N) *Le sens de la mesure*. Ed. Hatier, Bruxelles, 1992, 312 p
- ROUSSEAU J.J. *Du contrat social*, Paris Librairie Générale française, 1996, 224 p.
- ROUSSEAU J.J. *Emile ou de l'éducation* (présentation par Frédéric Worms), Ed. Ellipses, Paris, 2001, 141 p.
- ROUVILLOIS (F). *L'utopie*. Ed. Flammarion, Paris 1998, 251 p.
- RULON (H.C.). *Un siècle de pédagogie dans les écoles primaires (1820/1940)* Paris, Vrin 1962

- SAHLINS (M.) *Âge de pierre, âge d'abondance. L'économie des sociétés primitives*. Ed. Gallimard, Paris, 1972, 409 p.
- SAINT-DROME (O.) *Comment choisir son philosophe*. La Découverte, Paris, 2000, 224 p.
- SASSON (J.M) Editor in Chief. *Civilizations of the Ancient Near East*, Volume III,
- SCHÖDINGER E. *Physique quantique et représentation du monde*. Paris, Seuil, 1988, 185p.
- SCHWARTZ (D.) *Le jeu de la science et du hasard. La statistique et le vivant*. Ed. Flammarion, Paris, 1995, 129 p.
- SERRES (M.) *Les origines de la géométrie*. Paris, Flammarion, 1995, 337 p.
- SERRES M. *Le Tiers-Instruit*. Paris, Ed. Bourin, 1991, 249 p.
- SIMONDON (G.) *Du mode d'existence des objets techniques*, Ed. Aubier, Paris, 1958, 258 p.
- SIMONDON (G.) *L'individuation psychique et collective*. Ed. Aubier, 1989, 293 p.
- STENGERS (I.) *L'invention des sciences modernes*. Ed. La Découverte, Poche, Paris, 1993, 210 p.
- THOM (R.) *Prédire n'est pas expliquer*. Ed. Flammarion, Paris, 1993, 175 p.
- TOCQUEVILLE de (A.) *De la démocratie en Amérique*. Ed. Gallimard, Paris, Tomes I et II, 1961, 631 et 470 p.
- TROCME-FABRE (H.) *J'apprends donc je suis*. Paris, Les éditions d'organisation, Poche, 3^{ème} tirage, 1997, 291 p.
- VERIN (H.) «*Généalogie de la "réduction en art" Aux sources de la rationalité moderne*» in Gaudin (T.) Hatchuel (A.) Sous la direction de. *Les nouvelles raisons du savoir Prospective de la connaissance* Ed. de l'Aube, La Tour d'Aigues, 2002, pp.29-41
- VERNANT (J.P.) *Les origines de la pensée grecque*. Ed. Quadrige/PUF. Paris, 1962, 133 p.
- VOLTAIRE *Micromégas*, Paris, Flammarion, 1994, 283 P.
- VON BERTANFFY (L.) *Théorie générale des systèmes*. Paris, Dunod, 1972, 307 p.
- VOVELLE (M.) *Fouché Mémoires*. Ed. Imprimerie nationale, Paris, 1992, 518 p.
- WAAL DE (F.) *De la réconciliation chez les primates*. Ed. Flammarion, Paris 1992, 379 p.
- WAAL DE (F.) *Quand les singes prennent le thé*. Ed. Fayard, France, 2001, 382 p.
- WATZLAWICK (P.) *Faites vous même votre malheur ou Comment réussir à échouer*, Ed Seuil, Paris, 1984, 119 p.
- WISMANN (H.) BOLLACK (J.). *Héraclite ou la séparation*, Ed. Les éditions de minuit, Paris, 1972, 405 p.

Thèses et mémoires

- COELHO (S. M.) *Contribution à l'étude didactique du mesurage en physique dans l'enseignement secondaire*—description et analyse de l'activité intellectuelle et pratique des élèves et enseignants. Thèse de doctorat, Paris 7, 1993.
- KELLERMANN (L.) *La place de l'éducation des adultes dans les stratégies et projets de développement culturel. Bibliographie sélective et annotée*. UNESCO, 1987, 443 p.
- BARDIEUX (E.) *La législation Française des poids et Mesures*. Thèse de Doctorat en Science politiques et économiques, Imprimerie G. Lucas, Paris, 1926, 201 p.

HALD (A.M.) *La métrologie du social*. Mémoire de l'École de santé de Rennes, Octobre 1985, 102 p.

Sources historiques d'origine

Archives de l'Académie des Sciences □ *Histoire de l'Académie royale des Sciences de 1666 à 1788, puis Histoire de l'Académie des Sciences*

Archives parlementaires. Recueil complet des débats législatifs et politique de 1787 à 1880 Tomes 1 à 31, Imp. et lib. Administrative et des Chemins de fer, Paris, 1879. (Mazarine)

Législation de l'Instruction primaire en France de 1789 jusqu'à nos jours □ Ed. Delalain. Paris. 572 p (INRP)

DUVERGIER (J.B.) *Collection complète des Lois et Décrets, Ordonnances, Réglemens et Avis du Conseil d'Etat* (De 1788 à 1830 inclusivement par ordre de chronologique), Publiée sur les éditions officielles, Continué depuis 1830, et formant un volume chaque année. Contenant □ *les actes insérés au Bulletin des Lois* □ *l'Analyse des Débats parlementaires* sur Chaque Loi, des Notes indiquant les *Lois analogues* □ *les Instructions ministérielles* □ *les Rapports au Roi*, et divers *Documents inédits* □ par J.B. Duvergier, avocat à la cour royale de Paris, continuateur de Toullier. Tomes I à 33, Paris, 1842

Ancien Moniteur (Réimpression de), (Tomes 1-28), Ed. Plon Frères, Paris, 1854.

Encyclopédie de Diderot et d'Alembert ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers. (CNAM)

Ouvrages originaux utilisés pour la profondeur historique de la thèse

ARNOLD-FORSER (H.C.). *The Coming of the Kilogram or the Battle of The Standards*. London, Cassell and Co, 1898, 150 p.

BAZAINE. *Cours de géométrie pratique appliquée à la mesure des objets de commerce assujettis au système décimal*. Paris, chez Firmin-Didot, 1807, 372 P.

BEZOUT (E.) *Traité de navigation*. Paris, Vve COURSIER, 1814, 338 p.

BOURGET (J.) *Cours complet de sciences mathématiques à l'usage des élèves de l'enseignement secondaire spécial et de l'enseignement secondaire classique*. Cours d'arithmétique suivi d'un grand nombre d'exercices. 1887.

DELECHAMPS (L.A.) *Manuel populaire et classique des poids et des mesures* Paris, Carilliau □ Gueury et Dalmont, 1841.

FAUBERT (J.A.). *Nouvelle théorie du jaugeage des bâtiments de mer d'après le système métrique*. Paris, S.N., 1814, 34 p.

GOVI (G.) *De la Convention internationale du 20 mai 1875 et l'Institution à Paris d'un Bureau International des Poids et Mesures. Extraits des Procès verbaux, séances de 1878*. Archives de l'Académie des Sciences, Paris

GUILMIN (A.) *Arithmétique à l'usage des écoles primaires et des classes élémentaires*. Paris, 1873, 12 p. (Neuvième édition)

HAÛY (R. J) *Traité élémentaire de physique*, Paris, Bachelier et Huzard, 1821, 2 vol.

LABESGUE (H.). *La mesure des grandeurs*. Paris, Librairie Scientifique et technique, 1975, 184 p.

LACROIX (S.F.) *Traité élémentaire d'arithmétique à l'usage de l'Ecole Centrale des quatre nations*. Paris, chez COURSIER, an VIII, 1804, In-8, 315 p.

LENORMANT (F.) *Essai sur un document mathématique chaldéen et à cette occasion sur le système des poids et mesures de Babylone*. Paris, 1868.

LEYSSENNE *La première année d'arithmétique*. (Cours moyen de 9 à 11 ans) Théorie. 1200 problèmes. Calcul mental. 1900.

LEYSSENNE (M.P.) *La deuxième année d'Arithmétique* (cours supérieur, 11 à 13 ans) inscrit sur la liste des ouvrages fournis gratuitement par la ville de Paris à nos écoles communales. Quarante quatrième édition. 1888

MENU de SAINT MESNIN (E.). *Problèmes de mathématique et de physique donnés à la faculté des Sciences et notamment à la Sorbonne, avec les solutions raisonnées*. (à l'usage des aspirants au baccalauréat ès sciences, des candidats aux écoles du Gouvernement, des établissements d'enseignement secondaire spécial et des écoles professionnelles). Paris, 1871, 632 p.

PAUCTON (A. J.P.) *Métrologie ou traité des Mesures, Poids et Monnoies des Anciens peuples et des Modernes*. Paris, chez le Vve Desaint, 1780. 956 p. (CNAM)

PETIT (R.). *Arithméticien décimal*. Paris, Dubrock, 1809, 80 p.

PUISSANT (L.) *Traité de topographie, d'arpentage et de nivellement*. Paris, Vve COURSIER, 1820, 412 p.

TARBE (S.A.) *Manuel pratique et élémentaire des Poids et des Mesures, des monnaies et du calcul décimal*. Paris, J.S. Merlin, 1813, 552 p.

TARBE DES SABLONS (M.). *Nouveau manuel complet des Poids et des Mesures, des monnaies et de la vérification*. (quinzième édition), Paris, 1845, 464 p.

Documents d'origine utilisés dans le chapitre "profondeur historique"

Décadaire de l'Agence temporaire des poids et mesures. Paris. Floréal, an 3 (Archives nationales : F 17 1237)

BORDA, LAGRANGE et MONGE, «*Rapport fait à l'Académie des Sciences, sur le système général des poids et mesures par les citoyens, Borda, Lagrange et Monge*». *Histoire de l'Académie des Sciences*, Imprimerie de du pont, Père et fils, 1789, pp.1-18.

De la Convention internationale et l'institution à Paris du bureau international des poids et mesures. Extraits des procès verbaux séances de 1778 et 1879

De la méridienne de l'Observatoire prolongée du côté du Midi. Histoire de l'Académie de 1666 à 1686, T1 p. 417

Documents diplomatiques de la Conférence du Mètre, Paris, Imprimerie nationale, 1875, 29 p. (Archives de l'Académie des Sciences).

Expérience sur la congélation Histoire de l'Académie de 1666 à 1686 T.1, p. 390

Expériences de l'augmentation du poids de certaines matières par calcination Histoire de l'Académie de 1666 à 1686 T.1, 1667, p. 21

GREGOIRE *Rapport sur le Conservatoire des arts et métiers*, 17 floréal an 6

GREGOIRE *Rapport sur la nécessité et les moyens d'anéantir les patois et d'universaliser l'usage de la langue française par Grégoire*, Imprimerie nationale, prairial an II.

LA CONDAMINE (de la) *Mesures des trois premiers degrés du méridien dans l'hémisphère austral*. Imprimerie royale, Paris, M. DCCLI, 266 p.

MAUPERTUIS (de) «La figure de la Terre déterminée par Messieurs de l'Académie Royale des sciences qui ont mesuré le Degré du Méridien au Cercle polaire par M. de Maupertuis.» *Histoire de l'Académie Royale des sciences*, Année 1737 – pp. 389-466

Mesure de la Terre. Paris, Imprimerie Royale, 1671, Bibl. Mazarine, hors rang 4020 A.

Mesures prises sur les originaux & comparées avec le pied du Châtelet de Paris par M. Auzout. *Histoire de l'Académie* T6 p. 537

Observations de la Société royale d'agriculture sur l'uniformité des poids et mesures, par MM Tillet et Abeille. Séance de l'Assemblée nationale du 6 février 1790. *Archives parlementaires*, pp 466-487.

PRIEUR (C.A) (de la Côte-d'Or) *Rapport fait au nom du comité d'instruction publique sur la nécessité et les moyens d'introduire dans toute la République, les nouveaux poids et mesures, précédemment décrété*. Paris, 11 ventôse an III,

PRIEUR (du Vernois) *Mémoire sur la nécessité et les moyens de rendre uniformes, dans le Royaume, toutes les mesures d'étendue et de pesanteur ...*, Paris, 1790, 68 p

Relation de plusieurs nivellemens fait par ordre de sa Majesté *Histoire de l'Académie*, T.6 p. 693-707.

TALLEYRAND *Proposition sur les poids et mesures faite à l'Assemblée nationale par M. l'évêque d'Autun*, le 9 mars 1790, Paris, Imprimerie nationale, 1790, 20 p.

TALLEYRAND *Rapport sur l'instruction publique* - 10,11 et 19 septembre 1791

Traité du nivellement par M.Picard *Histoire de l'Académie*, T.6, p. 631-692

Adresse aux artistes 11 floréal an III. *Archives nationales*. F/17/1237

Rapport de l'agence des plans et cartes. *Archives Nationales* : F/17/1237

Extrait des registres du Comité de salut public N° 1, 22 floréal an 2. (*Archives Nationales Série F.*)

Rapport sur les poids et mesures de Nice, rédigé l'ingénieur en chef du Département des Alpes Maritimes. (*Archives Nationales An 5. F 17 /1135 / dossier 5*)

Compoix de Vaour (81) de 1550 *Archives départementales du Tarn*)

Compoix de Penne (81) de 1626

Lois constitutives du système métrique décimal

8 mai 1790	Décret d'uniformité des poids et des mesures en France
26-30 mars 1791	Moyens d'uniformisation des poids et des mesures
1 août 1793	Loi qui établissant l'uniformité des poids et des mesures
1 ^{er} brumaire, An II	Loi qui ordonne la fabrication des étalons en platine
18 germinal An III	Loi des poids et des mesures
19 germinal An VII	Loi qui fixe les règles de comptabilité conforme au SDM.
28 messidor An VII	Proclamation de 12 départements autour de Paris

15 frimaire An VIII	Proclamation aux habitants de Seine relative aux capacités liquides.
7 boréal An VIII	Loi qui fixe définitivement la valeur du mètre et du kilogramme.
7 brumaire An IX	Arrêté des Consuls
13 brumaire An IX	Arrêté relatif aux bureaux de passage, mesurages et jaugeage publics
29 prairial An IX	Arrêté des Consuls relatif au mode d'exécution du SDM. (vérificat.)
29 floréal An X	Loi relative aux bureaux de passage, mesurages et jaugeage publics
28 mars 1812	Arrêté du Ministre de l'Intérieur.
28 juin 1833	Loi de l'instruction primaire et de son objet
4 juillet 1837	Loi (relative à l'établissement du système à partir du 01/01/1840)
17 août 1851	Règlement d'application □ organisation interne des écoles primaires

Articles et autres documents

- « Galilée □. *Les génies de la science*. N° 1, novembre 1999
- « 1000 ans de sciences. Qui sommes nous □ □ *Les Cahiers de Science et Vie*. N° 46, août 1998
- « □ La science des anciens □. *Science et Vie*. N° 965, février 1998.
- « Enquête sur les civilisations disparues □. *Science et Vie Junior*, Hors série, juillet 1993
- « Comment est née l'écriture □ *Sciences et Vie*, N° 219 (Hors-série), juin 2002.
- « La grande aventure scientifique du XX^e siècle. *Science et Vie*, Numéro spécial, mai 1994
- « La mesure dans la vie quotidienne. □ *Culture technique*. N° 9, février 1983, 275 p.
- « Les Francs-maçons □. *L'histoire*, n° 256, juillet-août 2001
- « Les langues du monde □ *Bibliothèque pour la science*. 1999. 158 p.
- « Les langues du monde □. *Pour la science*. Dossier hors-série, octobre 1997
- « Les plus belles heures de la République □. *Historia*, N° 664, avril 2002-08-25
- « Métrologie année 100 □ *Revue du Palais de la Découverte*. Paris, Juin 1995, 147 p.
- « Métrologie □ *La revue du Syndicat national des ingénieurs de l'industrie des mines*, N° 28, (non daté), 140 p
- Bulletins de la Société Métrique de France (1990-2002)*
- Document d'orientation*, Exposition temporaire sur la mesure, Cité des Sciences et de l'industrie, Direction des expositions, 1995, 12 p.
- Etalons et Unités. Les bases de la métrologie en France, mise en pratique du Système international d'Unités*. BNM, (document non daté), 30 p.
- L'épopée du mètre. Histoire du système métrique décimal*. Ministère de l'Industrie et de l'aménagement du Territoire, Délégation à l'Information et à la Communication, Paris, 1989, p. 61.
- HIMBERT (M.) et MORILLON (C.) « □ Deux siècles de métrologie au Conservatoire national des arts et métiers □. *Bulletin BNM*, N° 102, octobre 1995, pp. 3-4.
- Histoire et mesure* Volume 1 – N° 1 – Ed. CNRS. Paris 1986. 119 p.
- Journées Mesures physiques, métrologie et qualité. BNM, Paris les 26 et 26 mai 1997.

- Le BIPM et la Convention du Mètre*. Bureau international des poids et mesures, juin 1995, 63p.
- MALRIEU (V.) *Les fêtes civiques à Montauban pendant la Révolution*. Montauban, 1927, 15p.
- CAPEDEVILLE (Ch.) *Tarn et Révolution. Les nouvelles règles du jeu*. (Dossier), 1990, Archives départementales du Tarn,
- MARQUET (L) *Jean Baptiste Dumas et la Convention du Mètre*. Revue d'histoire de la pharmacie, XXII, N° 227, décembre 1995, pp. 559-576. Archives de l'Académie des Sciences, Paris
- MARQUET (L) *La mise en application en France du système métrique décimal 1790 – 1840 – 27 p.*
- MARQUET (L.) « La toise du Pérou ». *Revue de Métrologie Pratique et Légale*. Janvier 1986, 14 p.
- GIACOMO (P.) *The Fortunate Adventures of the Metre*, 1986, 8 p. Archives de l'Académie des Sciences, Paris.
- GAUDIN (T) Rapport, *Bureau national de métrologie. Une évaluation*. Paris, BNM, octobre 2000, 35 p.
- « L'évaluation aujourd'hui, comment mesurer des compétences ». *Sciences Humaines*, N° 35, janvier 1994, pp. 10-13
- « La logique des communautés ». *Sciences Humaines*. N° 48, mars 1995
- « Qu'est ce que transmettre ». *Sciences Humaines*, Hors-série N° 36, Mars-avril-mai 2002-08-25
- Histoire de l'éducation*, N° 85, janvier 2000, INRP, 72 p
- « C'est la note qui compte ». *La lettre grise*, N° 7, Association Pénombre, Printemps 2002, 42 p.
- « Connaissances en français et en calcul des élèves des années 20 et d'aujourd'hui ». *Les dossiers d'éducation et formations*. Ed. Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Direction de l'évaluation et de la prospective. N° 62 – février 1995. 125 p.
- DÄNZER-KANTOF (B.) *Former pour l'emploi L'AFPA : 50 ans de formation professionnelle*, AFPA, Montreuil, 1999, 311 p.
- DEVRIESE (D.) « Les archives de la recherche en milieu académique », in *Janus. Revue Archivistique – 1995-2*, pp20-28
- DUPRAT (H.) *Comptabilité nationale et métrologie*, Institut National de la statistique et des Etudes Economiques, 1984, 13 p.
- Guide des formations 2002 – 2003. Enseignement supérieur & formation continue. Centre d'enseignement à distance. 96 p.
- Collèges et Lycées Catalogue des ressources pédagogiques 2003, Ed. Ressources pour l'éducation nationale, France 2002, 128 p.
- Ecoles Catalogue des ressources pédagogiques 2003, Ed. Ressources pour l'éducation nationale, France 2002, 72 p.
- « L'enseignement primaire ». *La revue du Centre national d'enseignement à distance*, n° 22, mars 2002

PFEUTI (S.) «Représentations sociales, quels aspects théoriques et méthodologiques». *Sciences de l'Education*, N° 42, mai 1996, Université de Neuchâtel.

QUILICI (J.F.) *Analyse de systèmes*. Vol. XXVI – N° 1-2 – Mars 2000, 86 p.

R.TATON «Condorcet et SF Lacroix» *Revue Hist. Sciences*, XIII, N° 2 et 3, 159 pp. 128-158-et 243-262.

Rapport d'activité 2001 du Centre national d'enseignement à distance, France, 60 p.

RETAIL (L.) et DELAGNEAU (A.). *Arithmétique commerciale et notions d'algèbre financière*. Paris, 1933, 411 p.

VERIN (H.) «La réduction en art» in *Les nouvelles raisons du savoir Prospective de la connaissance* GAUDIN (T.) HATCHUEL (A.) Sous la direction de. Ed. de l'Aube, La Tour d'Aigues, 2002, 322 p.

VEZO (L.). *Les mathématiques de l'ouvrier moderne*. Paris, DUNOD, 1933, 270 p.

Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie. ISO, 1993, 9 p.

*

BRÈVE PRÉSENTATION DE LA MÉTROLOGIE □

Aujourd'hui la métrologie étudie tout ce qui concerne les unités de mesure, les étalons, les méthodes de mesure et les calculs d'incertitude. Elle est présente dans la plupart des domaines de l'activité quotidienne, les échanges commerciaux, les sciences et l'industrie.

«Mesurer, c'est comparer ; c'est comparer une grandeur physique inconnue avec une grandeur de même nature prise comme référence, à l'aide d'un instrument. C'est exprimer le résultat de cette comparaison à l'aide d'une valeur numérique, associée à une unité qui rappelle la nature de la référence, et assortie d'une incertitude qui dépend à la fois des qualités de l'expérience effectuée et de la connaissance que l'on a de la référence et de ses conditions d'utilisation.»⁶²⁰

Le métrologue s'intéresse à la qualité des mesures et en particulier à deux facteurs. Le premier de ces facteurs est de s'assurer du raccordement de la mesure à des étalons de référence. Le deuxième facteur de la qualité de la mesure est celui du calcul de l'incertitude. Pour évaluer les sources d'incertitude de mesure on utilise communément les 5M. Le résultat de mesure peut être altéré par le **M**oyen, instrument de mesure, le **M**ilieu, l'environnement dans lequel la mesure est faite, la **M**éthode utilisée, la **M**atière ou ses propriétés mécaniques et la **M**ain d'œuvre, c'est-à-dire la personne qui mesure.

Les enjeux actuels de la métrologie

La métrologie intervient dans tous les domaines commerciaux, de biens et de services échangés. Le développement des produits complexes nécessite de reposer sur une bonne application de l'assurance qualité, c'est-à-dire qu'il est nécessaire d'effectuer des contrôles de qualité de certaines caractéristiques de produits par le biais de la mesure. Dans notre quotidien nous sommes en droit d'attendre que les outils qui permettent de vérifier certaines de nos actions contraignantes reposent sur des données objectives par exemple, l'excès de vitesse ou la charge sur les essieux des camions.

Les problèmes d'environnement et de pollution chimique ou acoustique nécessitent des mesures. Dans le domaine de la santé, nous sommes en droit de demander que les diagnostics et les actes thérapeutiques reposent sur des données objectives et fiables avant que ne soient prises les décisions médicales. La gestion des ressources nécessitent des mesures fiables.

⁶²⁰ Marc Himbert, *Journées Mesures Physiques, Métrologie et Qualité*. BNM-IUT Paris-Jussieu, CNAM, 26.27 mai 1997 Journées Mesures Physiques, Métrologie et Qualité.

Notre vie quotidienne est consommatrice de plus en plus de métrologie pour la qualité de l'air, de l'eau, des produits alimentaires, des dosages médicaux, thermostats de nos cuisines, de nos véhicules, qualité de la lumière, détections de gaz, alerte au feu ... Tout autour de nous des capteurs font des mesures qui nous transmettent en permanence des données dont nous avons besoin. Nous mesurons beaucoup. De nombreux secteurs d'activité sont concernés par la métrologie. Les secteurs de la recherche scientifique, l'enseignement, la médecine, la pharmacie, la chirurgie et la microchirurgie, les nanotechnologies, la surveillance des produits alimentaires, de l'environnement, la police, la justice et l'industrie mécanique, chimique, aéronautique, aérospatiale, les télécommunications, les transports, la lutte anti-fraude. Etc. Quasiment tous les secteurs d'activités ont besoin de métrologie. Nous mesurons dans la vie courante, dans l'industrie, dans les laboratoires et pour les échanges commerciaux.

La qualité des mesures a une influence directe sur la qualité des produits fabriqués et leur coût de production ou sur la finesse d'un diagnostic médical

L'organisation de la métrologie

Le contexte international

Référent international de la métrologie scientifique, le Bureau international des poids et mesures a été créé par 1875 par le traité diplomatique de la Convention du Mètre. Le BIPM assure l'uniformité mondiale des mesures et leur traçabilité au Système International d'Unités (SI). Il assure la conservation et la promotion des étalons primaires. Il coordonne des comparaisons internationales des étalons nationaux. L'Organisation Internationale de Métrologie Légale, fondée en 1955, coordonne au niveau international les activités de métrologie légale. L'organisation internationale de normalisation anime et coordonne les travaux d'élaboration de Normes internationales spécifiques à la métrologie.

Le contexte européen

Chaque pays de l'Union européenne a des laboratoires nationaux de métrologie. Ces laboratoires coopèrent au sein d'EUROMET. L'Union européenne finance dans le cadre du programme «Mesures et essais» des programmes de recherche en métrologie.

Le contexte national en France

Le Bureau national de métrologie organise et coordonne la conservation des étalons nationaux. Il développe des programmes de recherche par le biais des laboratoires nationaux.

La Sous-Direction de la métrologie coordonne les activités de métrologie légale. Les Directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement coordonnent les activités de métrologie légale en région

"**La normalisation** a pour objet de fournir des documents de référence comportant des solutions à des problèmes techniques et commerciaux concernant les produits, biens et services qui se posent de façon répétée dans des relations entre partenaires économiques, scientifiques, techniques et sociaux" ⁶²¹

Par exemple, le format des cartes de crédit, des cartes à pré-paiement téléphonique et des cartes dites " intelligentes " que l'on retrouve partout est dérivé d'une Norme internationale ISO. Le fait d'adhérer à la norme qui définit des caractéristiques telles que l'épaisseur optimale (0,76 mm) signifie que les cartes pourront être utilisées dans le monde entier.

L'AFNOR est l'organisme français de normalisation. L'AFNOR recense les besoins en normes nouvelles, élabore les stratégies normatives, coordonne et oriente l'activité de normalisation, donne son avis sur les agréments des Bureaux de Normalisation, veille à ce que toutes les parties intéressées soient représentées dans les commissions de normalisation, organise les enquêtes publiques et homologue les normes françaises. L'AFNOR est chargée de promouvoir la normalisation et de délivrer la marque de conformité des produits aux normes NF.

L'accréditation - En France l'organisme d'accréditation est le Comité français d'accréditation. Le COFRAC accrédite des laboratoires et des organismes pour qu'ils apportent la preuve de leur compétence et de leur impartialité. Les organismes certificateurs de produits sont en général différents de ceux des systèmes d'assurance de la qualité. Ce sont des métiers différents. La certification de produits est importante pour un fabricant de biens de consommation, et la certification de système d'assurance de la qualité est importante pour un sous-traitant.

La qualité - Le Mouvement Français pour la qualité définit celle-ci comme étant l'ensemble de propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites.

⁶²¹ Extrait du Décret n°84-74 du 26 janvier 1984

Le Système International d'Unités (SI)

Unité de longueur : le mètre (m)⁶²²

Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1/299\,792\,458$ de seconde.

Unité de masse : le kilogramme (kg)⁶²³

Le kilogramme est l'unité de masse. Il est égal à la masse du prototype international du kilogramme.

Unité de temps : la seconde (s)⁶²⁴

La seconde est la durée de $9\,192\,631\,770$ périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyper fins de l'état fondamental de l'atome de césium 133.

Unité de courant électrique : l'ampère (A)⁶²⁵

L'ampère est l'intensité d'un courant constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placée à une distance de un mètre l'un de l'autre dans le vide produirait entre ces conducteurs une force égale à $2 \cdot 10^{-7}$ newton par mètre de longueur.

Unité de température thermodynamique : le kelvin (K)⁶²⁶

Le kelvin, unité de température thermodynamique, est la fraction $1/273,16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau.

Unité de quantité de matière : la mole (mol)⁶²⁷

La mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans $0,012$ kilogramme de carbone 12. Lorsque l'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules ou des groupements spécifiés de telles particules.

622 Définition de la 17^{ème} Conférence Générale des Poids et Mesures de 1983

623 Définition de la 1^{ère} CGPM de 1889 et de la 3^{ème} CGPM de 1901

624 Définition de la 13^{ème} CGPM de 1967

625 Définition du CIPM en 1946 et approuvée par la 9^{ème} CGPM de 1948.

626 Définition de la 13^{ème} CGPM de 1967. Il est décidé également par la 13^{ème} CGPM que l'unité kelvin et son symbole K sont utilisés pour exprimer un intervalle ou une différence de température.

627 Définition de la quatorzième CGPM de 1971

Unité d'intensité lumineuse : la candela (cd)⁶²⁸

La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540.10^{12} hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est de 1/683 watt par stéradian

⁶²⁸ Définition de la 16^{ème} CGPM de 1979

 METROLOGIE et ENSEIGNEMENT

Cette thèse développe l'idée d'une "pensée universelle" liée à une culture métrologique commune reposant sur l'accord. Elle constate l'inculture métrologique du public et de l'école.

Cette thèse développe trois «**états d'être**» de la métrologie.

La métrologie scientifique a, comme la Science, vocation universelle. Elle établit les unités, les étalons, les méthodes de mesure et les calculs d'incertitude. Elle vit en symbiose avec la communauté scientifique et l'industrie.

La métrologie transactionnelle est née en Mésopotamie, il y a 5000 ans, en même temps que l'école, l'écriture, la comptabilité et les tribunaux. Certains des principes mis en œuvre à cette lointaine époque sont encore présents dans la métrologie actuelle.

La «métrologie personnelle**»** est introduite dans cette thèse comme un concept nouveau, désignant la fonction originelle de la mesure, une fonction vitale de l'être qui apprend à se reconnaître et à reconnaître son environnement pour survivre, vivre et évoluer.

 METROLOGY and TEACHING

This thesis develops the idea of a «**universal thought**» bound to a metrological common culture built on agreement. It confirms the lack of understanding of metrology in the general public and in schools.

The thesis examines three «**states of being**» of metrology.

Scientific metrology has, like Science, a universal vocation. It establishes units, standards and methods of measurement and calculates degrees of uncertainty. It is in symbiosis with the Scientific community and with industry.

Transactional metrology was born in Mesopotamia, 5000 years ago, at the same time as school, writing, accountancy and laws courts. Certain principles of metrology first applied in these ancient times are still present in today's metrology.

«**Personal metrology**» is introduced in this thesis as a new concept, and refers to the original function of measurement as a means for generating self-awareness and environmental recognition, vital for human survival, living and personal development.

 DISCIPLINE **SCIENCES DE L'ÉDUCATION**

MOTS-CLES **mesure** **incertitude de mesure** **mesure/histoire** **mesure/enseignement**

U.F.R. Paris 8 – Sciences de l'Éducation. Université Paris 8 – 2 rue de la Liberté – 93526 – Saint Denis
