

La règle à calcul : extinction programmée ?

La règle à calcul, arme de prédilection des étudiants et ingénieurs des Trente glorieuses, a quitté la scène la tête haute...

Noël Jouenne

I fut un temps où les étudiants ingénieurs portaient leurs règles à calcul comme d'Artagnan son épée. On raconte qu'à Los Alamos, lors d'un défi de calcul, Richard Feynman utilisait une calculatrice mécanique, von Neumann sa tête et Enrico Fermi, aux habitudes d'ingénieur, une règle à calcul : le résultat fut un match nul. Feynman et von Neumann allaient perfectionner l'outil qu'ils affectionnaient, pas Fermi : son instrument allait mourir...

Contrairement à ce que l'on croit, la disparition des règles à calcul ne coïncide pas avec la naissance des calculatrices de poche, en 1970. Quinze ans seront encore nécessaires pour que la règle à calcul électronique se substitue à la traditionnelle règle à calcul. Cet objet singulier que l'on aperçoit dans les vide-greniers, et dont personne ne retrouve le fonctionnement, s'est éteint lentement avec son secret. Pourtant, la belle au bois dormant pourrait bien se réveiller...

Entre les années 1930 et la fin des années 1960, aucun ingénieur n'aurait songé à se séparer de sa bonne vieille règle à calcul. Incontournable dans l'enseignement des mathématiques appliquées à l'école des Mines ou aux Ponts et Chaussées, cet objet demeurait l'instrument fidèle, voire emblématique d'une pensée scientifique. Pourtant, son adoption n'a pas été simple. Il fallut près de 200 ans pour transformer l'invention en un instrument d'usage courant.

L'histoire pose comme père de la règle à calcul le mathématicien écossais John Napier (1550-1617), baron de Merchiston, qui inventa en 1614 les logarithmes pour faciliter les calculs de divisions et de multiplications : il créa ces nombres de façon que chacun corresponde à un nombre réel, et que la multiplication (respectivement division) de deux nombres réels devienne, en écriture logarithmique, une addition (respectivement une soustraction). Son confrère anglais Henry Briggs (1556-1630) transforma trois ans plus tard ces logarithmes « naturels » en nombres plus simples à utiliser : les logarithmes en base 10 ($\log 1 = 0$, $\log 10 = 1$, $\log 100 = 2$, $\log 1000 = 3$, etc. : le logarithme en base 10 d'un nombre x est le nombre y tel que $10^y = x$).

En 1620, l'astronome britannique Edmond Gunter (1581-1626) eut l'idée de dessiner une échelle des nombres réels où ceux-ci sont espacés proportionnellement à la valeur de leur logarithme. Sur cette échelle, la distance entre deux nombres équivaut à leur division. Elle évite donc de se reporter aux tables de référence logarithmiques pour ce genre de calcul. Peu après, le révérend William Oughtred (1574-1660) proposa d'effectuer les calculs en juxtaposant deux échelles de Gunter et en les faisant glisser l'une sur l'autre (voir l'encadré page 21). Le concept de la règle à calcul était né.

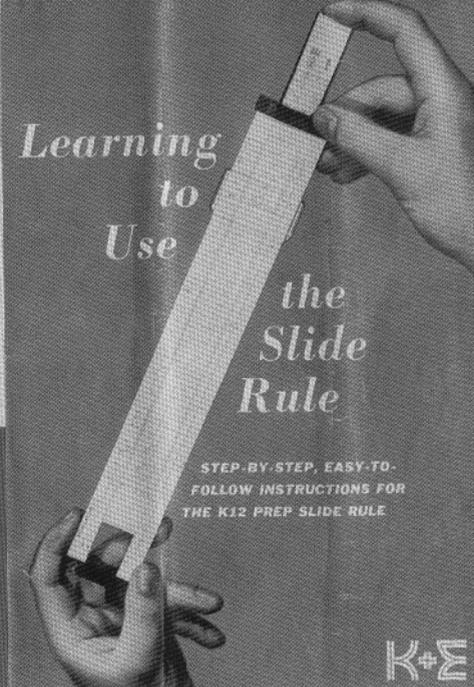
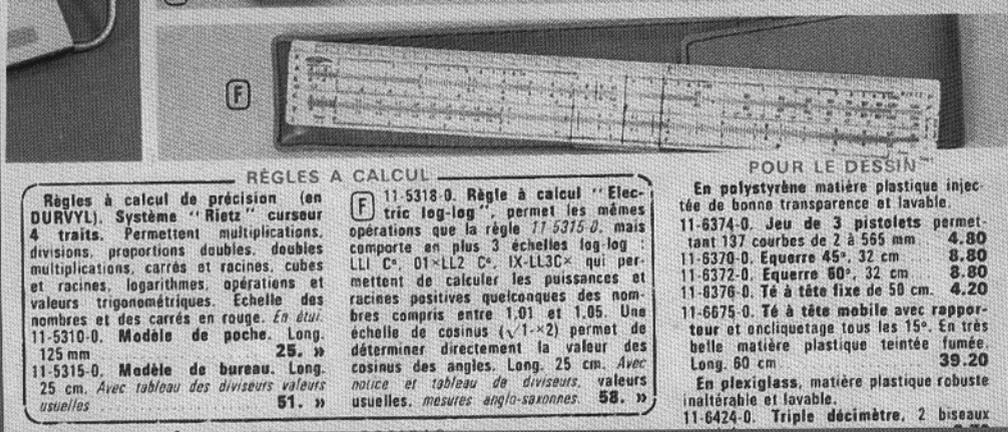
Son inventeur, Seth Partridge, conçut l'instrument en 1657. Toutefois, l'objet ne se développera et se diffusera qu'avec la Révolution industrielle du XIX^e siècle : l'industrie et les Arts militaires ont besoin de moyens pour effectuer des calculs rapides.

L'avènement de la règle à calcul

En France, les premières règles à calcul sont commercialisées au début du XIX^e siècle par les établissements Lenoir-Gravet, grâce à Étienne Lenoir (1744-1832), habile constructeur d'outils

En inventant les nombres logarithmiques, le mathématicien écossais John Napier (1550-1617, ci-contre) fut, avec le Suisse Joost Bürgi (1552-1632) et l'Anglais Henry Briggs (1556-1630), l'un des premiers à imaginer le rapport entre les nombres d'une série de progression arithmétique (1, 2, 3, ...) et ceux d'une série de progression géométrique (les nombres logarithmiques 10, 100, 1000, ...), et à concevoir l'intérêt d'un tel rapport.





Ci-dessus, une publicité pour des règles à calcul parue dans le catalogue Manufrance de 1974. De 1910 à 1978, la maison de vente par correspondance Manufrance proposa les derniers modèles de règle à calcul. À droite, le manuel d'instruction de la règle à calcul « K12 prep » de Keuffel and Esser, publié en 1961. Page ci-contre, la règle à calcul inventée par l'astronome britannique Edmond Gunter en 1620.

mathématiques, qui invente un modèle propre à la vente. Le polytechnicien Amédée Mannheim (1831-1906) introduit ensuite la double échelle logarithmique et le curseur mobile.

L'usage de la règle à calcul se propage lentement. Au début des années 1850, seuls une dizaine d'ouvrages décrivent la règle à calcul et son utilisation. L'objet restera longtemps un symbole de « l'intelligence technique » et d'une certaine classe sociale. À partir des Trente glorieuses, la progression du nombre d'étudiants fait

envisager l'instrument autrement. La règle à calcul est surtout utilisée pendant les études. Le nombre d'étudiants, qui avoisinait les 4 000 jusqu'à la fin des années 1940, passe de 15 972 à 139 735 élèves de 1950 à 1971 pour l'enseignement supérieur professionnel et les grandes écoles. Les fabricants produisent dorénavant des règles à calcul en quantité, et donc à bas prix.

Divers matériaux sont utilisés pour construire les règles, participant au progrès technique. Les premières règles sont en bois, en os ou en laiton. Plus

tard, vers 1880, le celluloïd recouvre le buis ou l'acajou. Vers 1950, le « plexiglass », pour ses qualités de résistance aux contraintes mécaniques et thermiques, devient le matériau bon marché par excellence. Les modèles *Graphoplex electric log-log* et *Faber-Castell* sont les plus prisés, comme peuvent l'être aujourd'hui les calculatrices *Casio* et *Texas Instruments*.

Dans les années 1950, les ingénieurs et scientifiques se servent de cet instrument au quotidien. Son apprentissage au lycée est lié à

Règle à calcul : mode d'emploi

Le principe de la règle à calcul repose sur la propriété des logarithmes selon laquelle le produit de deux nombres équivaut à l'addition de leurs logarithmes. La règle à calcul est constituée de deux échelles logarithmiques graduées de 1 à 10, puis de 10 à 100 : dans ces échelles, les nombres réels sont représentés par des distances proportionnelles à leurs logarithmes. Par conséquent, l'addition de lon-

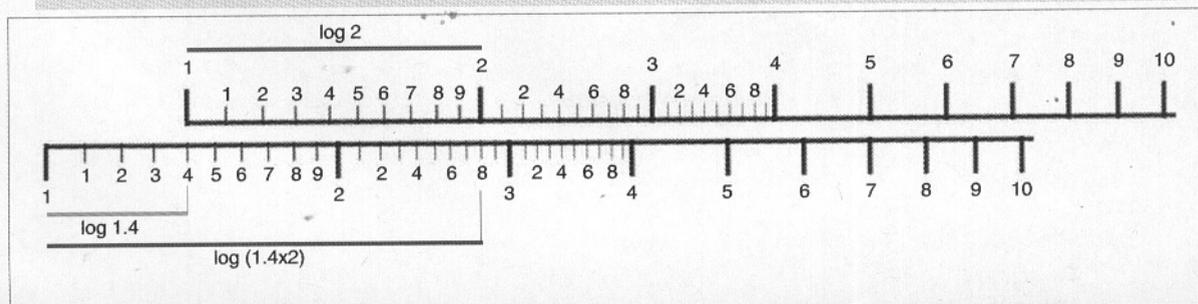
gueurs de ces échelles revient à multiplier des nombres.

Au fil des ans, la règle à calcul s'est perfectionnée par adjonction d'une échelle des carrés, puis des cubes, qui ont permis l'extraction des racines carrées et cubiques. D'autres échelles ont aussi été gravées avec les sinus, les tangentes et les exponentiels. Enfin, le nombre π a été ajouté sur le curseur, permettant de calculer l'aire d'un cercle

directement à partir du diamètre. Des règles spécialisées furent aussi construites pour des domaines spécifiques tels que l'électronique, la mécanique des fluides, l'acoustique, et les statistiques. Leur précision dépend en grande partie de l'acuité de son utilisateur. Un bon praticien peut évaluer un nombre au millième, ce qui correspond à une bonne précision pour les domaines techniques de l'époque.

Pour calculer le produit 1.4×2 à l'aide de la règle à calcul, on mesure 1.4 sur l'échelle inférieure – la longueur du segment correspondant est $\log 1.4$ –, on mesure 2 sur l'échelle supérieure – la longueur du segment correspondant est $\log 2$ –, et

on additionne les deux longueurs en plaçant le début de l'échelle supérieure à la fin du premier segment. La longueur résultante est le logarithme du produit 1.4×2 , et le nombre correspondant à cette longueur est le produit recherché.



Dans le cadre d'une recherche sociologique de grande ampleur dont j'étais le responsable scientifique, de 1964 à 1966, plusieurs innovations et «trouvailles» m'intéressèrent, tant sur le plan théorique que méthodologique et technique. Parmi celles-ci, un prototype de «règle à calcul informationnel».

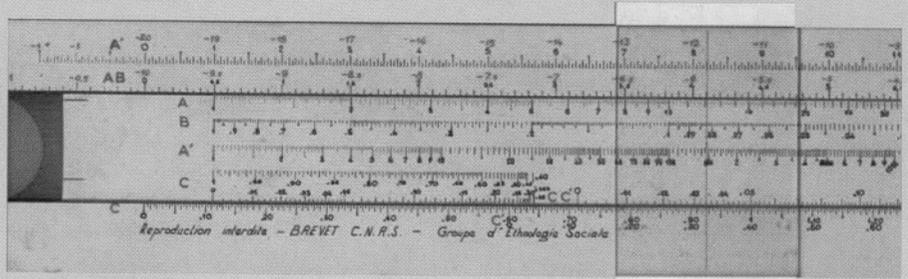
Notre projet de recherche s'intitulait «Analyse des processus de maturation sociale de l'enfance à l'âge dit adulte, en milieu urbain français contemporain». Il consistait à décrire les différentes modalités de passage du jeune adulte de l'irresponsabilité vers la responsabilité, de la dépendance vers l'autonomie, etc., selon le sexe, le milieu social, la localité résidentielle, et toutes autres variables non contrôlées a priori par l'échantillonnage choisi.

Sa méthodologie reposait sur un programme d'observation en trois étapes espacées de trois années, sur un échantillon de 360 «jeunes» célibataires vivant au domicile parental, âgés de 13 à 24 ans. Le mode d'échantillonnage choisi garantissait des effectifs égaux selon le croisement des variables de sexe, de tranche d'âge triennale, de catégories socio-professionnelles du père, et ce dans chacune des cinq localités résidentielles choisies pour leurs caractéristiques urbanistiques et sociodémographiques contrastées.

La plupart des observations furent le fruit d'un questionnaire portant sur les secteurs institutionnels ou informels de la vie sociale, réglés par des statuts et des rôles se modifiant avec l'âge: famille d'origine et de destination, scolarité et travail, loisirs et sociabilité informelle, engagements associatifs et idéologiques.

L'absence de représentativité statistique du panel de jeunes nous obligea à dépasser le stade des résultats globaux superficiels pour nous concentrer sur une analyse multidimensionnelle des données: étude de la décomposition des effets d'au moins trois variables, calcul des interférences (effets dus à l'interaction de plusieurs variables), etc.

Cette méthodologie complexe nous poussa à la créativité tant sur le plan des méthodes statistiques que sur celui des outils techniques pouvant accroître la productivité et la finesse des interprétations des tableaux multidimensionnels. À cette époque n'existaient pas encore les micro-ordinateurs, ni même les calculatrices programmables de bureau.



Le prototype définitif sur bois de la règle à calcul conçue par Jacques Jenny.

Bien qu'inachevé pour raisons budgétaires, ce projet a produit au moins deux résultats imprévus et inattendus. D'une part, la création, dès 1966, d'une méthode statistique d'analyse de répartitions numériques multidimensionnelles, baptisée plus tard méthode A.S.I. (Analyse Structurale des Interférences) et, d'autre part, l'invention d'un prototype de règle à calcul destiné à faciliter les calculs liés à cette méthode.

La méthode A.S.I. s'inspire d'une application de la théorie de l'information, plus précisément de la formule de «Shannon et Weaver», aux calculs de la dispersion des répartitions numériques non ordonnées. Cette application avait été proposée par deux psychologues américains, Garner et Mac Gill. La formule de base de Shannon mesure l'entropie U d'une distribution de N individus en x classes d'effectifs n_i et de proportions $p_i = n_i/N$:

$$U = \sum p_i \log 1/p_i$$

Dans notre projet, je déterminai non pas l'entropie de toutes les classes d'effectifs, mais celle de chacune d'elles:

$$u_i = \log 1/p_i = \log N/n_i = \log N - \log n_i$$

À partir de cette formule de base, je calculai tous les rapports entre les diverses classes d'effectifs rassemblés dans les tableaux statistiques, notamment les écarts entre effectifs observés et effectifs théoriques.

Cette méthode combla une lacune dans la panoplie classique des méthodes d'analyse statistique pour les données dénombrables, mais non mesurables, c'est-à-dire les données que l'on rencontre et construit le plus souvent en sciences sociales. La trouvaille était donc d'importance, et il était urgent de concevoir un outil facilitant les calculs de cette méthode A.S.I., principalement les calculs de conversion logarithmique, qui n'étaient à l'époque faisables qu'à l'aide de tables imprimées (en base 2, selon l'usage conventionnel de la théorie de l'information) indiquant la correspondance

entre les nombres entiers n de 1 à 1000 et les valeurs de $\log_2 n$ et de $n \log_2 n$.

Le principe de ma règle à calcul (ou «entropimètre») est simple. Les calculs consistaient en additions et soustractions des logarithmes des nombres lus dans les tableaux statistiques multidimensionnels, alors que les règles à calcul classiques servaient plutôt à faciliter les opérations moins simples de multiplication et division. Dans ces dernières, la réglette mobile et le corps fixe comportaient tous deux les mêmes progressions logarithmiques, graduées en valeurs logarithmiques inverses (en base 10); le corps fixe de mon prototype présente une progression arithmétique de 0 à 10 avec les décimales et demi-décimales intermédiaires et la réglette mobile la progression logarithmique correspondante (en base 2) graduée en valeurs logarithmiques inverses de 1 ($\log_2 0 = 1$) à 1024 ($\log_2 10 = 1024$).

Un petit crédit me fut accordé par le CNRS en 1966 pour réaliser dix exemplaires de ce prototype, en vue d'un éventuel développement industriel ultérieur. L'aventure fut malheureusement avortée par l'apparition des premières calculatrices électroniques de bureau disposant de la fonction logarithmique. Mon abaque, devenu obsolète, resta au stade de prototype.

Je n'eus cependant pas le temps de m'appesantir sur mon sort, car la deuxième génération de calculatrices électroniques de bureau présentait une grande nouveauté: une capacité de programmation, certes faible (leurs cartes mémoires n'enregistraient que quelques kilo-octets), mais qui me permit d'apprendre les bases de la programmation pour calculer les formules de l'A.S.I.

Le prototype d'abaque de calcul informationnel avait été remis au placard, mais la programmation nous offrait enfin la possibilité de répondre aux exigences spécifiques des enquêtes sociologiques.

Jacques JENNY, sociologue

l'examen de mathématiques appliquées des épreuves d'entrée en école d'ingénieur. Puis, durant la formation scientifique, les étudiants effectuent leurs calculs sur une règle à calcul, à partir de mesures lues sur des appareils équipés d'aiguilles. Une grande attention est nécessaire pour aligner les traits du curseur et des échelles, tout comme pour lire les résultats des appareils. La maîtrise de la règle à calcul participe de l'apprentissage tant d'une rigueur scientifique que d'une réflexion : plus qu'un simple outil de calcul, c'est un outil pédagogique.

Un ingénieur de l'École supérieure d'optique d'Orsay se souvient : « Les règles à calcul [...] avaient l'intérêt d'affûter le regard et de l'exercer au repérage de traits (alignements), qui en physique était d'importance dans l'utilisation des instruments de mesure à aiguille. » L'instrument est bien ancré dans son temps. Aussi l'arrivée des calculatrices « scientifiques » est-elle accueillie avec méfiance.

Et la calculatrice fut

Si certains chercheurs ou ingénieurs trouvent dans la calculatrice de poche un nouvel outil qui dépasse leurs espérances, d'autres n'y voient qu'un vulgaire gadget propice à laisser passer les erreurs. Les Japonais ont la même inquiétude lorsque la calculatrice concurrence le *soroban* (boulier), auquel ils confèrent des qualités dans l'art et la manière de délier les doigts. Jusque dans les années 1980, les parents d'élèves insistent pour que leurs enfants apprennent la maîtrise du *soroban*. Leur dextérité sera appréciée des industriels lors du développement de l'électronique grand public.

Les premières calculatrices électroniques, apparues dans les années 1960, ne permettent pas des calculs élaborés et sont fort chères : les scientifiques cherchent toujours auprès de la règle à calcul des solutions à leurs problèmes. À cette époque, les calculs sont effectués dans des centres de calcul, lesquels nécessitent un temps d'attente parfois long et pénalisent l'autonomie du scientifique : certains conçoivent donc leur propre règle à calcul. Le sociologue Jacques Jenny est l'un d'eux. Au début des années

1960, il conçoit un modèle original fondé sur une méthode statistique innovante pour dépouiller ses données (voir l'encadré page 22). Jan Koren, de la *Raymond Lee Organization*, dépose quant à lui le brevet d'une règle à calcul pour électronicien en 1972.

L'arrivée de la première calculatrice « scientifique » (capable d'effectuer des calculs trigonométriques) en 1972 n'aura d'impact qu'auprès des « patrons » des laboratoires de recherche, compte tenu du prix de l'objet. Celui-ci équivalait au salaire mensuel de trois ouvriers. Les institutions se dotent peu à peu de ces emblèmes de la modernité, qui allient puissance, nouveauté et ostentation. La règle à calcul ne commencera à perdre sa légitimité qu'à partir de 1975, quand apparaîtront sur le marché les calculatrices programmables.

La commercialisation de la règle à calcul durant encore sept ans après la naissance des calculatrices de poche, et son utilisation par encore quelques ingénieurs, montrent que les calculatrices n'ont pas porté un coup fatal à l'industrie de cet instrument. Pourquoi ? D'un maniement simple, souvent efficace, sa fiabilité est sans pareil. En outre, objet propice à un développement durable, elle n'utilise que la force humaine pour fonctionner.

Jusqu'à la fin des années 1970, la règle à calcul fut le seul instrument autorisé dans la plupart des examens. Elle le restera encore quelques années pour les épreuves d'admissibilité en médecine, et sera le seul instrument permis aux concours de l'école des Mines et des Ponts et Chaussées jusqu'en 1979. Du reste, la règle à calcul est toujours autorisée pour l'ensemble des épreuves : les écoles d'ingénieurs n'ont pas perdu de vue l'intérêt pédagogique de l'instrument.

La circulaire de 1986

Les calculatrices « scientifiques » et « programmables » ne deviennent de réelles concurrentes qu'à partir de 1979, lorsque leurs prix permettent aux étudiants de les acquérir. De petits modèles en version programmable sont proposés pour l'équivalent d'une centaine d'euros.

La circulaire 86-228 du 28 juillet 1986 relative à l'utilisation des



Montre Breitling « Chronomat », modèle de 1941 intégrant une règle à calcul circulaire, destinée aux militaires, sportifs et commerciaux fortunés. La règle à calcul était encore réservée à une élite, ce dont les montres Breitling tiraient parti.

calculatrices électroniques pendant les épreuves des examens et concours de l'éducation nationale marque le coup de grâce. L'usage d'une calculatrice électronique de poche y est « fortement conseillé, notamment pour l'épreuve pratique de mathématique ». Quel étudiant serait encore assez fou pour choisir une règle à calcul ? Certains enseignants regretteront néanmoins les avantages pédagogiques et didactiques de la belle déchu.

L'objet est donc rangé au fond d'un tiroir. Il n'est pas jeté, mais peu à peu oublié. Quelques années plus tard, la calculatrice des années 1980 l'y rejoint. L'arrivée en trombe de l'ordinateur a bousculé les habitudes. Dans 20 ans, découvrant les deux objets du passé, notre ingénieur se remémorera ses jeunes années. Lequel des deux instruments sera alors à même de fonctionner ?

auteur >> bibliographie

Noël Jouenne est ethnologue, membre du Laboratoire d'anthropologie urbaine du CNRS.

R. DUDIN, *La règle à calcul*, Paris, Dunod, 1952.

J. MARGUIN, *Histoire des instruments et machines à calculer. Trois siècles de mécanique pensante, 1642-1942*, Paris, Hermann, 1994.

<http://pageperso.aol.fr/jacquesjenny/mapage/testamentscientifique.html>