

### Inleiding

Deze rekenschijf is een opvallende verschijning door de tegenstelling tussen enerzijds de eenvoud van de schalen (slechts 4 stuks), en anderzijds de overvloed aan functies zoals beschreven onder de maar liefst 60 (!) paragrafen in de handleiding. De schijf heeft als naam "MONTRE LOGARITHMIQUE", en is ontworpen door M. El-Milick te Parijs. De gebruikelijke beschermingsverklaringen zijn op de schijf afgedrukt: "Breveté SGDG" (zonder garantie van de staat) en "modèle déposé" (gedeponeerd handelsmerk). De handleiding geeft een referentie naar een uitgebreider boek: "Manuel d'utilisation de la Montre Logarithmique", Copyright 1949. De schijf is dus van vóór 1949.



De prijs van het instrument wordt vermeld in de handleiding: 800 oude francs voor de schijf en 200 voor de handleiding zelf.



## Constructie

De schijf zelf is constructief niet zo bijzonder, hij lijkt nog het meest op de Amerikaanse Gilson, die al voor de tweede wereldoorlog op de markt was. Hij heeft een aluminium basis (119 mm diameter) met twee roterende wijzers waarop zich de haarlijnen bevinden voor instelling en aflezing van getalwaarden. De wijzers kunnen samen worden verdraaid, of apart, door de andere wijzer vast te houden (de Gilson was hierin nog iets slimmer, want daar kon men de korte wijzer apart verdraaien, terwijl de lange wijzer altijd beide wijzers bediende met instandhouding van hun onderlinge hoek). Het principe van twee wijzers op cirkelvormige logaritmische schalen stamt al van Oughtred's eerste rekenschijf van begin 17<sup>e</sup> eeuw. De hoekboog tussen de aangewezen schaalwaarden geeft de logaritmische waarde aan waarmee gerekend wordt.

De wijzers zijn niet gelijk: de bolkopvormige verlenging van de binnenste wijzer maakt het mogelijk de twee wijzers gemakkelijk onder een vinger te verdraaien met behoud van het zicht op beide haarlijnen.

Dit principe met twee wijzers is eenvoudiger te fabriceren dan de vorm waarbij een schijf en een naadloos daarop aansluitende ring ten opzichte van elkaar gedraaid worden (zoals bij de ALRO of de Concise gebeurt). Zuiver concentrisch maken van twee schijven is moeilijk, zoals blijkt uit Concise en ALRO schijven waarin soms duidelijke afwijkingen zijn te zien.

Centrering van twee armen op de schijf is eveneens kritisch, maar deze Franse schijf heeft de mogelijkheid om de as van de wijzers binnen enkele millimeters te verstellen binnen het overmaatse gat in de schijf.

## Schalen

De schalen zijn aangebracht op een witte kunststof folie op het aluminium. Van binnen naar buiten zien we de volgende cirkelvormige schalen:

<b>Échelle interne</b>	een lineaire schaal van 0 tot 1 in eenheden van 2/1000 (die wij meestal L of Log noemen)
<b>Échelle mediane</b>	de één-decadische logaritmische schaal voor delen en vermenigvuldigen (die wij meestal D noemen)
<b>Échelle externe</b>	een lineaire schaal – ongenummerd - die een graadverdeling aangeeft van 0° tot 360° in eenheden van 1 graad

Tot slot zijn nog twee kruislings op elkaar staande radiale schalen aangebracht met elk een lineaire verdeling van -9 tot +9: dit assenkruis wordt gebruikt bij de goniometrische functies.

De diameter van de D-schaal is 10,2 cm, en komt dus overeen met een gestrekte lengte van 32 cm, ofwel bijna 30% langer dan de 25 cm van een bureau-rekenliniaal. Bij de hoogste waarden is de resolutie van de verdeelstrepen nog 5/1000, net als bij een 25 cm rekenliniaal.

## Functies

In de ruimte binnen de schalen staan alle functies genoemd, die we normaal alleen bij uitgebreide systemen als Darmstadt tegenkomen, met als extra's optellen, aftrekken, koorden, booglengtes, en nog meer. Deze lijst van functies staat afgedrukt binnen de vier kwadranten, die in de volgorde 4-1-3-2 gelezen kunnen worden zonder de schijf te verdraaien, als de schijf met het nulpunt van de schalen naar boven ligt.

De elementaire functies van D- en L-schaal hoeven we hier niet verder uit te leggen, maar de andere beloofde functies behoeven wel wat toelichting. Het blijkt dat minder elementaire functies alleen gedaan kunnen worden met wat hoofdrekenen, hulpmiddelen of andere trucs.

## Machten en wortels

Deze worden allemaal beloofd, terwijl niet alleen een log-log schaal voor exponenten, maar zelfs een A-schaal (2-decadisch) voor kwadraten ontbreekt.

De uitleg in de handleiding onder paragrafen 14 tot 28 laat de gebruiker uiteraard werken met de lineaire L-schaal, waarbij de macht  $x^n$  van een getal  $x$  op de D-schaal wordt gevonden (eveneens op de D-schaal) tegenover de waarde  $n \cdot \log(x)$  op de L-schaal. De verdeling van 0 tot 1000 op de L-schaal beschouwen we voor deze toepassing natuurlijk als 0 tot 1.

De vermenigvuldiging met  $n$  op de L-schaal kan inderdaad vaak uit het hoofd gedaan worden, zeker bij benadering: een kwadraat of een tweede machtswortel betekent dan verdubbelen of halveren op de L-schaal. Een frappant voorbeeld uit de handleiding is  $1,035^{10}$ , want  $\log(1,035) = 1,5$  (ongeveer) en bij  $L = 10 \times 1,5 = 15$  lezen we op D de uitkomst 1,41 af. Als we bij de vermenigvuldiging op de L-schaal over de 1 heengaan, moeten we de cijfers na de komma gebruiken en het getal vóór de komma (de "wijzer" uit onze oude logtabellen!) vertalen in een kommaverschuiving van het eindresultaat. Natuurlijk zijn de meeste exponentensommen niet zo makkelijk uit het hoofd te doen, maar toch is deze benadering soms best te gebruiken op elke rekenliniaal die wel een L-schaal heeft, maar geen log-log schalen.

### **Optellen en aftrekken**

Deze functies gebeuren natuurlijk op de lineaire L-schaal, met een resolutie van 3 decimalen. Op een gewone rekenliniaal is deze truc niet te gebruiken want nooit zien we daar een dubbele L-schaal: vast én schuivend.

### **Buitenschaal van 360°**

Deze schaal is een soort kompas-schaal waarbij het ontbreken van de schaalwaarden het aflezen lastig maakt: het lijkt er op dat de externe schaal pas bedacht is toen de schijf-layout al vast lag, waardoor er geen ruimte meer was voor plaatsing van de schaalwaarden!

Deze schaal kan op diverse manieren gebruikt worden. Een voorbeeld is de omrekening tussen de klassieke graden (360° systeem) en de geodetische "grads" (400<sup>g</sup> systeem): als de lineaire L-schaal (0-1000) met een denkbeeldige factor 0,4 tot een schaal van 0 tot 400 wordt gereduceerd, is er een directe relatie tussen grads op de L-schaal en graden op de externe schaal. Bijvoorbeeld 54° op de externe schaal correspondeert met 150 op de L-schaal, dus na de hoofdvermenigvuldiging met 0,4 wordt dit 60<sup>g</sup>.

Een andere toepassing is het meten van een hoek op tekening of kaart door een assenkruis op het hoekpunt onder het assenkruis van de schijf te leggen: als alle lijnen lang genoeg zijn om onder de rand van de schijf uit te komen, is de hoek direct op de buitenschaal af te lezen.

Het is zelfs mogelijk een hoekmeting tussen twee punten in de ruimte (vertikaal of horizontaal) uit te voeren door beide wijzers als denkbeeldig vizier te gebruiken, waarbij de ene op 0 is gezet en de tweede - na instelling op het andere punt - direct de hoek weergeeft.

### **Goniometrische functies**

Hier valt de Montre Logarithmique door de mand: er zijn géén goniometrische functies.

Het is alleen mogelijk via geometrische constructie een goniometrische functiewaarde te berekenen (echter niet ermee verder te rekenen op de D-schaal). Hiertoe wordt een steekpasser gebruikt (niet bijgeleverd!) op de 360° schaal en het assenkruis. De eenvoudigste goniometrische functie is de "koorde": men zet de punten van de steekpasser op de nul respectievelijk de waarde van de hoek, en transporteert deze afstand (de koorde van de hoek) naar een van de schalen van het assenkruis om de waarde van de koorde af te lezen. De schaalverdeling van het assenkruis is in tienden van de straal van de 360° schaal.

De bepaling van een meer gangbare goniometrische functie zoals de sinus vereist een truc: de schijf ligt met de nulwaarde van de 360° schaal naar boven, men neemt met de passer de loodlijn van de gevraagde hoek op de horizontale schaal (zoeken vanuit dat hoekpunt tot de boog, die de andere passerpunt beschrijft, de horizontale raakt), en dan wordt deze afstand (tussen de passerpunten) naar de horizontale schaal verplaatst om als sinuswaarde af te lezen. Dit aflezen van een afstand op één van de assenkruisschalen wordt bemoeilijkt omdat de omgeving van het nulpunt door asconstructie en wijzers wordt afgedekt; men moet dus ofwel buiten de waarden 0,3 meten (niet bedekt door de wijzers), ofwel voor grotere afstanden over de centrale as en wijzers heen!

### **Conclusie**

De Montre Logarithmique is als rekenschijf slechts beperkt bruikbaar door het geringe aantal schalen. Het sterke punt is eigenlijk de handleiding die veel meer functies beschrijft, waarbij wel inzicht en wat hoofdrekenen vereist is. Ik zou de handleiding dan ook als het meest interessante onderdeel van de Montre Logarithmique willen waarderen.

De schijf onderscheidt zich van normale rekenlinialen door de extra functie van optellen en aftrekken op de L-schaal, tot drie decimalen. Echter de methode om er goniometrische functies mee te berekenen is misschien wel leerzaam, maar absoluut niet praktisch.