

DE SCHAALVERDELING VAN DE HYDROMETER *als bewijslast in Frankrijk eind 18^e eeuw*

Lezing tijdens het congres van de Kring te Arnhem op 15 en 16 oktober 2008

Drs. Ing. G.M. Haan

Inleiding

Niet onderricht in het vakgebied der farmacie, of omliggende disciplines, besef ik mij dat ik wellicht een wat vreemde eend in de bijt ben in het bulletin van de Kring voor de Geschiedenis der Pharmacie in de BeNeLux. Alvorens over te gaan op het verhaal, zal ik mijzelf daarom kort introduceren. Mijn naam is Gideon Haan, en ben geboren op een mooie lentedag in 1980. Mijn interesses hebben altijd gelegen op de snijvlakken van natuur, wetenschap, techniek en geschiedenis. Deze onderwerpen komen ook terug in de studies die ik heb gevolgd; Laboratorium, Informatica en Automatisering (LIA) en daarop volgend mijn academische studie Wijsbegeerte van de Wetenschap, Technologie en Samenleving (WWTS).

Mijn afstudeeronderwerp van deze laatste is in deze de link tussen mijn studie en de Kring voor de Geschiedenis der Pharmacie. Het afstudeeronderzoek omvatte namelijk een analyse van de hydrometer zoals deze onder meer door apothekers werd gebruikt, in een drietal landen in de 18^e eeuw; Nederland, Frankrijk en Engeland. Binnen deze landen waren in totaal negen contexten geïdentificeerd, waar dit artikel een deel van één van die onderwerpen is. In de onderzoeksfase van mijn afstuderen kwam ik in contact met mevrouw Bierman, uw gewaardeerde voorzitter, en al spoedig was ik uitgenodigd om aan de voorjaarsconferentie in Deventer deel te nemen. Tot mijn grote genoegen werd ik het jaar daarop weer uitgenodigd voor de voorjaarsconferentie te Arnhem, alwaar ik werd benaderd door de heer Gilias om een artikel in te zenden omtrent dit onderwerp.

Ik zal u eerlijk zeggen dat het niet meeviel om vanuit mijn scriptie een artikel te destilleren dat enerzijds recht doet aan de vele facetten die de hydrometer kent, en anderzijds een aansluiting hebben op de farmacie. Ik hoop u echter na het lezen van dit artikel hiervan te hebben overtuigd. En mocht u interesse hebben in meer informatie omtrent mijn afstudeerscriptie, dan vind u hiervoor aan het einde van dit artikel de desbetreffende gegevens.

1. *Cartier in Baumé's Éléments*

In de zevende druk van *Éléments de Pharmacie Théorique et Pratique* door Antoine Baumé uit 1797, beschuldigt de auteur ene Jean François Cartier openlijk van vervalsing betreffende de uitvinding van diens hydrometer. Baumé's *Éléments*... was een populair en gerespecteerd boek in het Frankrijk aan het einde van de 18^e waarin hij zijn invloedrijke visie op de basis van het apothekersvak uiteenzette. Cartier daarentegen was een obscure, doch kundige, metaal draaier. Maar tevens stond Cartier in de belangstelling van onder meer Antoine Lavoisier bij de Académie des Sciences Royales.

Op 23 juli 1768 presenteerde Cartier, een metaal draaier uit Parijs, zijn hydrometer aan de Académie des Sciences Royales. Op dat moment was Lavoisier nog volop bezig met zijn onderzoekingen aan zijn hydrometer. Diezelfde dag dat Cartier langs kwam, kregen Antoine Lavoisier en een collega van hem, Mathurin Brisson, de opdracht om Cartier's hydrometer te bestuderen. Dit onderzoek leverde op 13 en 31 augustus van datzelfde jaar een rapport op genaamd¹ 'Rapport sur l'aréomètre de Cartier'. In dit rapport waren beide heren aanvankelijk, dat wil zeggen op 13 augustus, niet positief. Wat Cartier namelijk had geprobeerd, was om zijn hydrometer geschikt te maken voor zowel wijnen als sterke drank, en alles wat daar qua alcoholpercentage tussenin zat. Een probleem dat hierbij kwam kijken was dat de nek van de hydrometer voor dit brede spectrum aan alcoholpercentages erg lang moest zijn om zowel de

maximale als de minimale waarde weer te kunnen geven op dezelfde schaal. De wijze waarop Cartier dit probleem probeerde te verhelpen is echter weer een verhaal op zich, en valt buiten het doel van dit artikel. Wat hierin echter van belang is, is dat Cartier's hydrometer na een aantal wijzigingen toch de goedkeuring kreeg van Lavoisier en Brisson. En bijgevolg één der populairste soorten hydrometers werd in Frankrijk om het alcoholpercentage van vluchtige vloeistoffen te bepalen in dienst van het equivalent van de Franse belastingdienst in de 18^e eeuw; de Ferme Générale².

Expliciete bronnen over de beweegredenen van Cartier om zijn hydrometer aan de Académie des Sciences Royales te presenteren zijn door mij niet gevonden. Echter suggereren sommige bronnen dat Cartier geïnteresseerd was in de acceptatie van zijn hydrometer door de Académie des Sciences Royales om commerciële redenen naar de Ferme Générale toe. Het is daarom mogelijk dat, voordat Cartier's hydrometer een succes werd, Cartier wilde dat zijn hydrometer de goedkeuring zou krijgen van de Académie des Sciences Royales. Getuige het feit dat Lavoisier en Brisson de opdracht kregen om Cartier's hydrometer te onderzoeken.

Baumé geeft in deze beschuldiging aan dat hij op 10 mei 1769 een lezing³ had gegeven op 'de Académie'⁴. Deze lezing was een samenvatting van de onderzoeken die hij had uitgevoerd met een door hem ontworpen hydrometer, en die al in de tweede druk van zijn *Éléments...* uit 1769 was verschenen. Baumé claimt hierin dat hij deze hydrometer voor zowel de handel als de natuurkunde had ontworpen⁵ en dat hij al ruim voor die tijd bezig was met het experimenteren ermee⁶. Dat hij de hydrometer specifiek voor zowel de handel als de natuurkunde had ontworpen houdt in dat hij zich richtte op een andere discipline dan dat bijvoorbeeld Antoine Laurent Lavoisier dat deed in dezelfde periode. Dit is te stellen aan de hand van Baumé's activiteiten als apotheker en industrieel; het onderzoek moest in dienst staan van direct praktische toepassingen.

Baumé's aanval op Cartier kwam voor het eerst naar voren in het tijdschrift 'l'Avant – Coureur'⁷ van 16 september 1771. Hierin eiste Baumé een openlijke rectificatie van Cartier om diens uitvinding van de hydrometer. Helaas was ik niet in staat om dit exacte artikel te achterhalen. In plaats daarvan⁸ baseer ik me op de zevende editie van Baumé's invloedrijke boek *Éléments* uit 1797. In de zevende editie van zijn boek schreef Baumé dat hij nog altijd geen openlijke rectificatie had gekregen van Cartier. Het enige dat hem nog restte was om de lezer te overtuigen van zijn gelijk door zijn bewijsgrond te presenteren, aldus Baumé⁹.

2. De bewijslast

Baumé legde uit dat Cartier een metaal draaier bij een goudsmederij was die de taak van Baumé had gekregen om een twintigtal metalen hydrometers te vervaardigen naar zijn specificaties. Als eerste bewijsvoering voor de aanloop naar de beschuldiging van vervalsing door Cartier, zei Baumé nog de kwitanties te hebben van de leveringen. Omdat Cartier belast was met deze opdracht, was hij door Baumé volledig ingelicht over de exacte bouw en werking van zijn hydrometer.

Baumé redeneerde in deze als volgt. Als Cartier middels de Ferme Générale van het instrument niet meer had gewild dan ervan te profiteren, had Baumé het geen probleem gevonden. Immers; hij had zijn instrument in zijn *Éléments* openbaar gemaakt waardoor het niet hém meer toebehoorde, maar het publiek¹⁰, aldus Baumé. Het ging hem om de eer van de ontdekking, waarvan Baumé vond

dat noch het publiek, noch Cartier het recht had dat van hem weg te nemen. Maar Cartier had zijn hydrometer aan de Académie des Sciences Royales gepresenteerd alsof het zijn eigen vinding was. Hierop vervolgde Baumé door te stellen dat Cartier bijna geloofwaardig was door te stellen dat hij zijn eigen versie had uitgevonden, ware het niet dat hij er enige verdachte veranderingen in had aangebracht. Buiten de veranderingen die Lavoisier en Brisson hadden voorgesteld in het 'Rapport sur l'aréomètre de Cartier'. Maar Baumé zou zelfs met de veranderingen nog geen problemen hebben gehad, als de hydrometer daardoor dan ook daadwerkelijk beter zou functioneren. Hij was echter van mening dat dit niet het geval was, en voelde zich dan ook beledigd in zijn expertise. Helaas voor hem was de Cartier hydrometer in de opvolgende tien jaar op grote schaal in gebruik genomen door de Ferme Générale¹¹. Maar Baumé gaf niet op en kaartte daarom deze kwestie zelfs nog in de zevende druk van zijn boek uit 1797 aan. Ondanks dat Cartier zich al rond 1769 schuldig zou hebben gemaakt aan het vervalsen van Baumé's hydrometer.

Baumé was dus al lange tijd bezig om de eer aan hem toe te laten komen. In figuur 1 is de tabel¹² te zien waarin Baumé de waarden van zijn hydrometer vergelijkt met die van Cartier door beide typen hydrometers in dezelfde likeuren te dompelen. De waarden in deze tabel zijn uitgedrukt in graden Baumé; een standaard die Baumé zelf had uitgevonden aan de hand van toenemende zoutconcentraties in water. Met deze tabel was Baumé bij de kern van de bewijslast voor Cartier's vervalsing aangekomen. Deze bewijslast baseerde Baumé op de ondeskundigheid van Cartier, niet als instrumentenmaker, maar als natuurfilosoof.

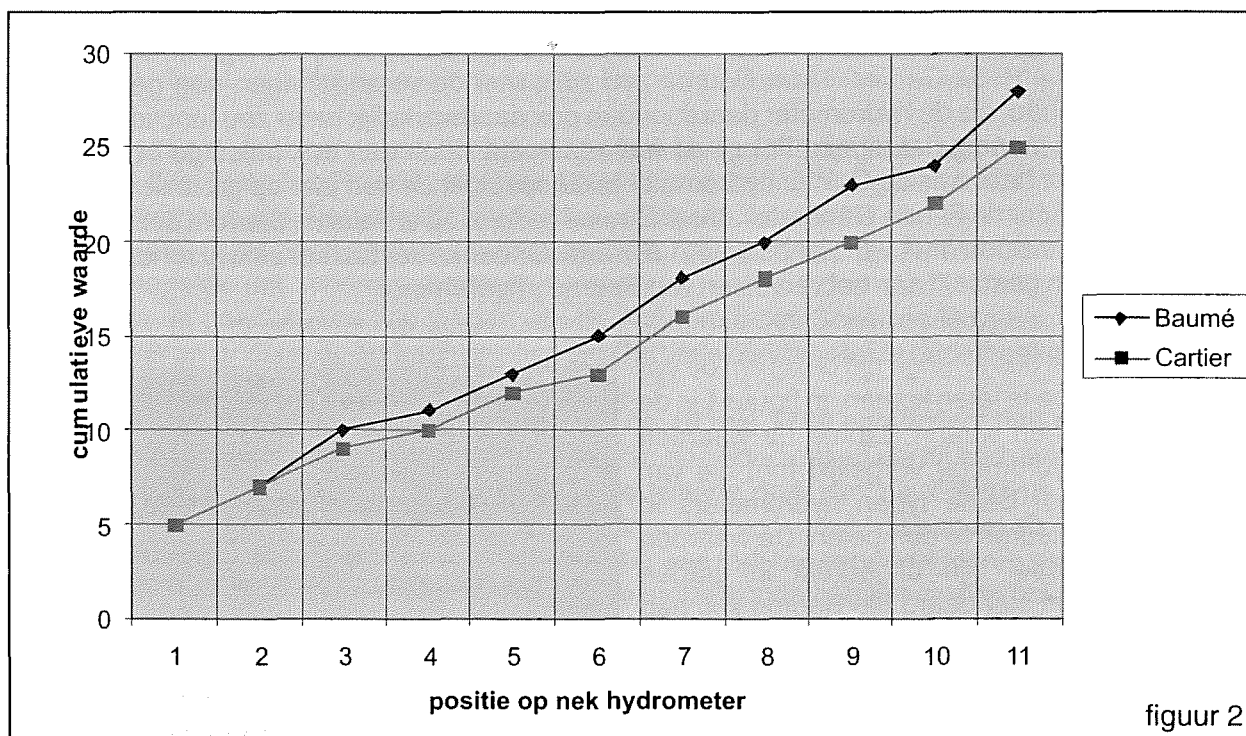
<i>Marche de mon pese-liqueur.</i>		<i>Marche du Pese-liqueur de Cartier.</i>	
10 Degrés, terme de l'eau.		10 Degrés, terme de l'eau.	
15	.	15	.
17	.	17	.
20	.	19	.
21	.	20	.
23	.	22	.
25	.	24	.
27	.	25	$\frac{1}{2}$
30	.	28	.
32	.	30	.
35	.	32	$\frac{1}{2}$
36	.	34	.
40	.	37	.

figuur 1

3. Geijkte hydrometers liegen niet

De tabel in geeft aan dat beide hydrometers met 10° beginnen. Baumé geeft in de omliggende tekst ook aan dat de hoogste waarde op de hydrometer bij beide hydrometers op 45° eindigt, hoewel dit niet blijkt uit de tabel in deze versie van Baumé's *Éléments*. Volgens Baumé ligt het verschil, dat vanaf 17° begint, aan het volgende. De hydrometer van Baumé was geijkt door middel van een bekende hoeveelheid zout opgelost in gedestilleerd water. Deze hoeveelheid correspondeert met 0° voor een totale afwezigheid van zout, tot en met 10° voor een 10% zoutoplossing. De hydrometer werd in opeenvolgende oplossingen gebracht met alle hele tussengelegen waarden (1%, 2%, etc.), en de hoogte hiervan op de hydrometer moest steeds worden bijgehouden. Maar deze waarden werden niet op de nek van de hydrometer geschreven, om zo de lengte ervan beperkt te houden. Pas later, bij het daadwerkelijk aanbrengen van de schaal op de nek, werden deze gegevens gebruik om de 10° haar plaats te geven als eerste markering. Cartier had volgens Baumé de 10° waarde klakkeloos overgenomen zonder haar te ijken in de zoutoplossingen, en is vanaf waarde tien zijn hydrometer verder gaan invullen middels extrapolatie¹³. Het ijkingsproces voor de waardes tussen 10% en 45% vond niet voor iedere waarde plaats. Dus niet voor bijvoorbeeld 15°, 17°, 22° en 24°. Maar deze waren bepaald door middel van

extrapolatie vanaf de tienvoudige waarden. Deze tienvoudige waarden werden daadwerkelijk geijkt aan de hand van corresponderende zoutoplossingen. De tussenliggende waarden werden met een passer later tussengevoegd. Baumé verklaart vervolgens dat de eerste tien graden een ongelijke



figuur 2

toename lieten zien in dichtheid ten opzichte van de daaropvolgende tien graden. Cartier's nalatigheid is in een grafiek (zie figuur 2) goed weer te geven. Op de x-as (horizontaal) staat de relatieve positie op de nek van de hydrometer weergegeven. Dit is niet de daadwerkelijke waarde, maar simpelweg een gelijke verdeling van de nek van een hydrometer in elf delen. Op de y-as (verticaal) staat het verschil weergegeven tussen iedere twee waarden uit Baumé's tabel (zie), die bij elkaar worden opgeteld. Zo is in de grafiek goed weer te geven dat, hoewel de beide lijnen ruwweg dezelfde stijging vertonen, de Cartier hydrometer lager uitkomt. Uit de grafiek is op te maken dat Baumé rekening had gehouden met de ongelijke toename; bij de waarde 2 op de x-as stijgt de Baumé hydrometer sterker dan de Cartier hydrometer. De lijn van Cartier's hydrometer volgt een bijna rechte lijn van begin tot eind. Daar de posities op de hydrometer werden aangebracht aan de hand van extrapolatie vanaf de 10° waarde op de hydrometer, is duidelijk dat Cartier geen rekening had gehouden met de ongelijke toename van de dichtheid van een vloeistof bij een stijgende zoutconcentratie tijdens het ijkinsproces. Een fenomeen dat tussen 2 en 9° Baumé optreedt als gevolg van de wederzijdse penetratie van water en zout.

4. *Besluit*

Wat Cartier dus had verzuimd, was het correct ijken van de hydrometers; de waarden waren simpelweg lineair geëxtrapoleerd zonder de waarden onder de 10° waarde te staven aan zoutoplossingen. En Baumé's argument lijkt hiermee overtuigend. Als de nek van de vervalsingen

wellicht exact dezelfde diameter hadden gehad als de originelen, dan zou het gebrek niet zo zijn opvallen. Dan zou het exact kopiëren van de schaalverdeling geen probleem vormen. Maar het produceren van hydrometers met altijd een exacte diameter was in die tijd nog moeilijk, zo niet onmogelijk. Volgens Baumé liet de stand van Cartier, als zijnde een eenvoudige instrumentenmaker, hem ook niet toe om een dergelijk inzicht te hebben. Dat was volgens Baumé slechts voorbehouden aan gerenommeerde onderzoekers die niet zulke opzichte fouten zouden maken¹⁴:

[...] maar omdat zijn stand hem niet toelaat om zich met de lichamelijke wetenschappen bezig te houden, heeft hij toch slechts kleine veranderingen aan moeten brengen voor zover zijn kennis reikte, die zeer wordt beperkt: het zijn die [veranderingen] die gemakkelijk zijn om te laten zien.

En om Baumé's claim meer gewicht te geven had hij zijn onderzoek met nog zes andere Cartier hydrometers uitgevoerd, met allemaal hetzelfde resultaat. Bovendien, zo vond Baumé, deed Cartier nogal geheimzinnig over zijn uitvinding en wilde hij er niets over loslaten. Zelfs toen Baumé in de l'Avant – Coureur van 16 september 1771 openlijk een rectificatie eiste van Cartier, kreeg hij tot op de dag van de zevende druk van de *Éléments de Pharmacie Théorique et Pratique* uit 1797 nog geen antwoord.



*Dit artikel is een onderdeel van mijn afstudeerscriptie *Hydrometers in Context; een perspectief op hydrometers in Engeland, Frankrijk en Nederland in de 18^e eeuw* (Universiteit Twente, 2008). Mocht u geïnteresseerd zijn in een kopie van mijn werk, dan kunt u gerust contact met mij opnemen. Maar ook voor vragen of opmerkingen sta ik open.*

Gideon Haan
Langestraat 50
NL-7412 SC Deventer

gideon.haan@gmail.com

Noten

¹⁴ "Rapport sur l'aréomètre de Cartier", Lavoisier & Berthollet. Œuvres de Lavoisier, (1868, 1768) deel II, pp. 17 – 20.

¹ De Ferme Générale, opgericht in 1726, was in het Frankrijk van de 18^e eeuw een soort franchise organisatie die per regio een overeenkomsten hadden getekend waarin indirecte rechten en handelsrechten werden gepacht aan ondernemers. Daarmee is de Ferme Générale op te vatten als een intermediair tussen de Franse overheid en de pachters. En een deel van de inkomsten kwam uit belastingen op consumptiegoederen waaronder alcoholhoudende drank.

Titel van de lezing: *Recherches sur Plusieurs Phénomènes que l'eau Présente au Moment de sa Congélation.*

³ Hoogstwaarschijnlijk is dit een referentie naar de Académie des Sciences Royales. *Éléments de Pharmacie Théorique et Pratique*,

⁴ 7^e editie. Antoine Baumé, uitg. Chez Samson, Parijs (1797), p. 402.

Op. cit. Baumé (1797), p. 404.

⁵ Vermoedelijk al in 1767, maar een duidelijke referentie ontbreekt.

⁶ Een blad waar Antoine Lavoisier overigens ook artikelen in publiceerde.

⁷ Het voordeel is dan wel weer dat hiermee een uitgekristalliseerd beeld geschetst kan worden van de situatie in plaats van een

⁸ eerste beschuldiging.

Op. cit. Baumé (1797), p. 402.

⁹ *Ibid.* p. 402; "[...] j'ai publié mon pèse-liqueur: il ne m'appartient plus, il est au Public : mais l'honneur de la découverte doit me

¹⁰ rester : ni le Public, ni Cartier, ne peuvent sans injustice me l'enlever." Vertaling: G.M. Haan.

¹¹ "The Chemists' Balance for Fluids": Hydrometers and their Multiple Identities, 1770-1810. Bernadette Bensaude-Vincent, *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*. Bewerkt door Frederic L. Holmes and Trevor H. Levere (2000), pp. 153-183, p. 160.

Op. cit. Baumé (1797), p. 403

¹² *Ibid.* p. 404.

¹³ *Ibid.* p. 403 ; "[...] mais comme son état ne lui permet pas de s'occuper des sciences physiques, il n'a pu ni dû y faire que des

¹⁴ changements relatifs à ses connaissances, qui sont fort bornées: c'est ce qu'il sera facile de faire voir". Vertaling: G.M. Haan.