

ACCUMULATEURS,

DOOR

Dr. E. VAN DER VEN.

Wij schreven Mei 1881. De groote aanplakbilletten, waarboven in naar evenredigheid groote letters »*La Force et la Lumière*” was te lezen, waren nog hier en daar te Parijs op de muren te zien, al begonnen ze ook reeds plaats te maken voor anderen of daardoor te worden bedekt. De klinkklank van opgeschroefde dagbladartikelen zat ons nog in de ooren, al trachtten reeds ernstige mannen ze weer gevoelig te maken voor de stem der wetenschap.

Wat ze vertelden die billetten, die artikelen? Er had zich een maatschappij gevormd, die door middel van de electriciteit kracht en licht bij de lieden aan huis zou bezorgen. Zij zou voor groote en kleine machines beweegkracht leveren, spoorwegen en tramwegen daarmede bedienen, licht verschaffen, verdeeld zooals men het zou wenschen en ieder zou betalen naar verhouding van de electriciteit, die hij verbruikte. Zij zou dit echter niet dadelijk doen; niet vóór 1883. Tot zoolang zou de maatschappij abonnementen aannemen en ook — wel vriendelijk! — inschrijvingen op haar kapitaal. Maar wat uitvoeren zou zij voorloopig niet. Dat klonk wel zonderling; sommigen waagden het zelfs te meenen, dat, al trachte de maatschappij nu niet dadelijk te voldoen aan al de aanvragers, die zich in hare kantoren zouden verdringen, het toch de geheele onderneming steunen zou als eenige weinige abonnés dadelijk werden geholpen. Dien steun echter scheen zij te kunnen missen; niet vóór 1883.

Wij schrijven nu 1889. »*La Force et la Lumière*” behoort reeds lang tot de geschiedenis, behoorde daar reeds toe eer de fatale termijn

verschenen was. Met het syndicaat BONTOUT, dat onder anderen ook haar exploiteerende het kapitaal wilde verchristelijken, ging zij ten grave; en ik heb mij laten vertellen, dat daarbij de christenen slechter zijn gevaren dan de oprichters der maatschappij zelve.

Toch leide men uit dit *fiasco* niet af, dat de maatschappij op gansch onvruchtbaren bodem stond; zij was een plant, in de warme kassen der overdreven verwachtingen getrokken op een grond, waarin het voor zulk een wasdom aan voedsel ontbrak. Haar doel was in hoofdzaak het in de praktijk invoeren van den accumulator van FAURE: en wij weten dat inderdaad, naar de beteekenis van zijn naam, die accumulator een ophooper is van electrisch arbeidsvermogen, dat, eenmaal daarin opgelegd, aan de huizen kan worden afgeleverd, zoo goed als iedere andere levensbehoefte. Iets anders echter is het, of de vinding van den heer FAURE iets zoo gloednieuws was, iets dat zoo uitmuntte boven alles wat op dit gebied en in deze richting reeds vóór hem was gedaan, dat door haar een tot nog toe gesloten veld ter ontginning voor de industrie plotseling was opengesteld. Beschouwen wij den stand der zaken van deze zijde, dan blijkt het, dat indien in 1881 de accumulator in staat ware geweest onmiddellijk de groote rol te spelen, die men hem wilde opdragen, hij zeker reeds bescheiden zou zijn opgetreden, minstens een tiental jaren te voren. De accumulator van FAURE toch was een secundair galvanisch element, afgeleid uit dat van PLANTÉ, die met zijn vinding reeds ongeveer twintig jaren had gearbeid en haar, zoo doende, meer en meer had volmaakt. Het verschil tusschen beiden bepaalde dus de levensvatbaarheid der Maatschappij; en dit verschil was niet zóó groot, dat beloften, als welke zij deed, daardoor alleen tot vervulling konden komen.

Alvorens dit nader aan te toonen zal het goed zijn in herinnering te brengen, wat men door een secundair galvanisch element verstaat. Op den naam alleen afgaande, die toch aanduidt dat zulk een element eerst »in de tweede plaats» ontstaat, zou elke toestel, die een stroom levert, na vooraf door den stroom van een ander element te zijn doorloopen, een secundair element zijn. Dus ook, bij voorbeeld, de eenvoudige voltameter, daar toch, zoodra de stroom, die daarin het water ontleedde, wordt verbroken, er in tegenovergestelde richting een stroom gaat door den metaaldraad, dien men ter verbinding van de platina-electroden aanbrengt. Zoo ruim echter is in de praktijk de beteekenis van dien naam niet. Bij den voltameter, wiens op-

treden als zelfstandig element alleen te danken is aan de laagjes zuurstof- en waterstofgas, op de platina-electroden tijdens de waterontleding gecondenseerd, gaat het vermogen een stroom te leveren spoedig verloren. Wil zulk een door den invloed van een stroom ontstaan element gedurende een betrekkelijk lang tijdsverloop zelf een standvastigen stroom leveren, dan moeten de veranderingen, door den primairen stroom bij de elektroden te weeg gebracht, van meer blijvenden aard zijn; zoodat men dan ook meer bepaaldelijk onder een secundair element een toestel verstaat, waarbij de lagen, op de elektroden door den primairen stroom afgezet, uit vaste stoffen bestaan. Dit nu is, onder anderen, het geval, wanneer men een stroom door verdund zwavelzuur laat gaan tusschen looden elektroden. Het lood-superoxyde, dat zich in dit geval afzet op de als positieve elektrode dienende loodplaat, is een vaste stof; en deze is sterk electronegatief tegenover de andere, in den metaalstaat volhardende, ja zelfs zich met een laag gecondenseerd waterstofgas bedekkende loodplaat.

Het is dan ook op deze omstandigheid, dat de werking van het secundair element — van den accumulator, zegt men thans — van PLANTÉ berust.

Twee 6 dM. lange, 2 dM. breedte en een millimeter dikke platen lood worden, door twee 1 cM. breedte en $\frac{1}{2}$ cM. dikke repen caoutchouc van elkander gescheiden, op elkander gelegd en om een houten cilinder gerold. Dan trekt men dien cilinder uit de rol, zorgt, door dien aan weerszijde te voorzien van ebonieten kruisstukken, dat hij zich niet ontrolt, plaatst hem in een cilinderglas en vult dit aan met verdund zuiver zwavelzuur; één deel zuur op tien deelen water. Het glas wordt gesloten door een houten of ebonieten deksel waarin twee sleuven zijn om de lange repen lood door te laten, die men aan de tegenovergestelde uiteinden der platen heeft uitgespaard. Aan deze repen verbindt men, door middel van klemschroeven, de draden, die den stroom van een paar Bunsen-elementen door den toestel moeten voeren.

Het laagje loodsuperoxyde, dat zich daarbij op de eene loodplaat afzet, wordt spoedig ondoordringbaar genoeg om die plaat voor verder oxydeeren te beschutten. Laat men dus den stroom, al is het ook gedurende langen tijd, in dezelfde richting door den toestel gaan, dan zal deze, wanneer hij als secundair element zelfstandig optreden moet, slechts gedurende korten tijd een stroom leveren, daar het dunne laagje, dat zich gevormd heeft, daarbij spoedig zal verteerd zijn. Reeds

wanneer eene enkele met dit superoxyde overdekte plaat in verdund zwavelzuur wordt gezet, bedekt hij zich met zwavelzuur loodoxyde, dat onder den invloed van vrij wordend waterstofgas tot lood van eene kristallijne, of liever sponsachtige natuur wordt gereduceerd.

Het is dan ook op deze eigenschap, dat zich de *formatie* van het Planté-element grondt. PLANTÉ namelijk laat, nadat gedurende eenigen tijd de stroom in eene bepaalde richting er door is gevoerd, het element eenigen tijd rusten, laat daarna den stroom er in tegenovergestelde richting doorgaan en herhaalt deze bewerking tot zoolang, dat de tijd, gedurende welken het element constant blijft werken, tot een maximum is gekomen. Wat daarbij geschiedt is duidelijk. Bij de eerste bewerking vormt zich een laagje superoxyde; gedurende de rust wordt dit grootendeels in zwavelzuur loodoxyde veranderd, dat, bij de tweede bewerking wordt gereduceerd door het nu aan deze plaat zich ontwikkelend waterstofgas. Tegelijk wordt dan de andere plaat met superoxyde overdekt, dat bij een derde doorlaten van den stroom zal gereduceerd worden, enz. Zodoende wordt nu het lood van beide platen langzamerhand tot in zijn hart sponcieus en daardoor hoe langer hoe meer geschikt om zich met een dikkere laag superoxyde te bedekken.

PLANTÉ zelf beschrijft eene goede formatie aldus.

»Als het secundair element vooraf gevuld is met water, dat met »10 deelen op 100 zwavelzuur (zonder eenig spoor van salpeterzuur) »is vermengd, laat men het den eersten dag zes à acht malen achtereen, »beurtelings in tegenovergestelden zin, doorloopen door den stroom »van twee Bunsen-elementen. Tusschen elke verandering der richting »van den stroom ontlaaft men het secundair element; men zal dan, »bijv. door het gloeien van een platinadraad, zich er van kunnen »overtuigen, dat de duur van de lading steeds toeneemt''

Bij dit gedeelte van de formatie wordt dus door het wenden van de stroomrichting achtereenvolgens op beide platen het laagje superoxyde direct gereduceerd. Maar nu gaat PLANTÉ aldus voort:

»Langzamerhand laat men den tijd toenemen gedurende welken de »stroom in dezelfde richting door het element gaat; op den eersten »dag brengt men achtereenvolgens dien tijdsduur van een kwartier »tot een uur. Dan laat men het tot den volgenden dag in bepaalden »zin geladen staan, ontlaaft het en laadt het weder gedurende twee »volle uren in tegenovergestelde richting. Men ziet dan dat de duur »der ontlading nog is toegenomen; maar weldra bereikt men een

»grens, waarboven deze duur constant blijft, vooral ook omdat de
 »ladende batterij niet voldoende kracht meer heeft om de electrolyse
 »tot de diepere lagen van het lood te doen doordringen.»

Gedurende dien eenen nacht rust nu heeft de formatie van het geladen element reeds bestaan in de vorming van zwavelzuur lood-oxyde; en van deze gaat men dan verder een ruim gebruik maken. Want:

»Men laat nu het zoover gevormd element acht dagen staan en
 »laadt het daarna in tegenovergestelde richting, gedurende eenige
 »uren, zonder op dien dag den stroom weder om te keeren. Die
 »termijn van rust verlengt men dan langzamerhand tot veertien dagen,
 »een maand, enz. en men zal zien dat de duur der lading altijd door
 »toeneemt. Hij heeft geen andere grens dan die gesteld wordt door
 »de dikte der loodplaten. Ten langen laatste toch is na eenige uren
 »ladens de positieve plaat bijna geheel veranderd in loodsuperoxyde
 »en de negatieve in korrelig, kristallijn lood.»

»Maar zoover behoeft men de formatie niet te drijven; dit is zelfs
 »niet wenschelijk, want het element zou er te veel door toenemen
 »in weerstand en daardoor meer tijd vorderen bij het laden. Als een
 »secondair element een stroom geeft, die lang genoeg duurt voor
 »het gebruik, dat men er van wil maken, dan behoeft men de richting
 »van den ladenden stroom niet telkens te veranderen als men zich
 »er van bedienen wil. De reductie van de laag peroxyde zou dan te
 »veel tijd vorderen, zoodat men eerst na eenige uren eenig nut van
 »het element zou hebben. Is dus eenmaal een element behoorlijk ge-
 »formeerd, dan laadt men het steeds in bepaalde richting.»

Een eenmaal gevormd secondair element kan dus, als het eenmaal heeft uitgediend, weder in werking worden gesteld door het steeds in bepaalde richting te laden. Inderdaad, wat geschiedde er terwijl het zich ontladde? Toen vormde zich op de plaat, die door de formatie sponcieus en door de lading als met waterstofgas doortrokken was geworden, ten laatste een laagje superoxyde, dat maar zeer dun behoeft te zijn om te maken dat de electromotorische kracht van het element wordt vernietigd. Dit laagje weder te verdrrijven, die plaat weder als met waterstofgas te verzadigen is het werk van de lading. Hoe meer sponcieus dus deze plaat is geworden bij de formatie, des te langer zal het element zijn elektromotorische kracht behouden; want des te langer zal het duren eer de oxydeerende werking, die de ontlading aan deze electrode uitoefent, het lood zal aantasten en dat

dunne laagje zal te voorschijn roepen, dat de werking vernietigt. Waaruit in de eerste plaats volgt, dat de formatie van het element eigenlijk hoofdzakelijk ten doel heeft de natuur van de eene plaat zoo te veranderen, dat zij zooveel mogelijk gas kan absorbeeren; was dit te verkrijgen langs anderen dan electrolitischen weg, dan zou men dien anderen weg kunnen gaan en eenvoudig de tweede plaat met superoxyde kunnen bedekken. In de tweede plaats blijkt dat, aangezien het evenzoo electrolyse is, die den duur van de werking van een secundair element bepaalt, en de electrolytische werking aan de stroomsterkte evenredig is, men over dien duur slechts kan spreken met het oog op de stroomsterkte. Met andere woorden: de duur van een secundair element zal langer of korter zijn, naarmate de intensiteit van den stroom, dien men voor zijn doel behoeft, grooter of kleiner is, omdat bij een sterken stroom spoediger het laagje superoxyde zal ontstaan dan bij een zwakken.

Wij hebben bij de beschouwing van het element van PLANTÉ zoo lang stil gestaan, omdat daarop alleen een oordeel over de praktische waarde van FAURE's vinding kan gegrond worden.

Deze neemt twee even breede, ongeveer even lange loodplaten, waarvan de eene ongeveer half zoo dik is als de andere — de dikste één millimeter — en bedekt die over beide oppervlakken met een laag menie (loodoxyde), met water tot een dikke brei aangemengd. Dan worden beide vlakken van elke plaat met een stuk perkamentpapier bedekt, deze in een schede van dun vilt gestoken en, terwijl ze door een paar repen caoutchouc gescheiden zijn, te zamen opgerold. Even als bij het element van PLANTÉ wordt dan die rol in zuiver verdund zwavelzuur geplaatst.

Het voorname onderscheid bestaat dus in de laag menie, die de loodplaten bedekt. Waartoe deze moet dienen is duidelijk. De menie op de plaat, die de positieve electrode vormt, wordt door het zuur zelf direct omgezet in lood-superoxyde en in zwavelzuur loodoxyde en dit laatste, door de werking van den stroom, evenzoo in superoxyde. Tegelijkertijd wordt de menie op de als negatieve electrode dienende plaat in een sponzige loodmassa veranderd. Daar de meer poreuse menie-laag spoedig tot hare geheele diepte op de eene plaat geoxydeerd, op de andere gereduceerd wordt, kan na ééne lading het element reeds gedurende langen tijd zelf werkend optreden. Het voorname voordeel is dus daarin gelegen, dat eene formatie, als van

het Planté-element, bij den zoogenaamden accumulateur van FAURE vermeden is.

Wij willen dit voordeel niet onderschatten. Het formeeren van een secundair element, op de boven beschreven wijze, eischt zeker meer tijd en kost meer aan arbeidsloon dan het menigen der platen; ook kan men het laatste beter aan iedereen opdragen dan het eerste. Toch kon dit verschil niet zóó groot zijn, dat daardoor alleen het al of niet met succes optreden van het secundair element als bron van »licht en kracht" zou worden bepaald. Eene krachtige maatschappij ziet tegen zulke kleinigheden niet op, waar zulk een doel is te bereiken; het dividend van iederen aandeelhouder zou nog voldoende zijn, al drukten die meerdere kosten op het bedrijf!

En een ander voordeel was er van de invoering der wijziging toch wel niet te verwachten. Grooter rendement zeker niet. De electromotorische kracht moet noodzakelijk bij beide elementen volkomen gelijk blijven, aangezien in beide, na geladen te zijn, tusschen de elektroden hetzelfde electroscopisch verschil bestaat. Daarentegen moet de stroomsterkte in het element van FAURE, bij gelijke electromotorische kracht en gelijken uitwendigen weerstand, kleiner zijn dan in dat van PLANTÉ, daar de viltbedekking der beide platen den inwendigen weerstand vermeerderd. En deze vilt-bedekking was niet te vermijden. De kristallijne loodmassa waarin bij de formatie van het Planté-element de looden platen zelve langzamerhand werden veranderd, heeft veel meer vastheid, veel meer samenhang, dan die, welke uit de gereduceerde menie-brei ontstaat. Wil men de vilten bedeksels weglaten, dan is men genoodzaakt den bodem der elementen zoo in te richten, dat het afvallend lood de isolatie tusschen beide loodplaten niet opheft. Inderdaad, wanneer het succes van het secundair element van deze kleinigheid afhankelijk was geweest, dan zou het groote verwondering moeten wekken, dat een man, door studie en ervaring op dit gebied alle anderen zoover vooruit, niet eerder zelf op dit denkbeeld is gekomen. Het tegendeel is dan ook waar. PLANTÉ zelf, en ook TCHIKOLEFF, schijnt reeds eenige jaren te voren beproefd te hebben, om, door het aanwenden van dergelijke middelen, die dadelijk fijn verdeeld lood leveren, de formatie te vervangen, maar om redenen als de bovengenoemde daarvan te hebben afgezien.¹

Er is een gansch ander bezwaar, dat het optreden van den accu-

¹ *La Lumière Electrique*: IV, 238

mulateur, op de wijze zooals die in de prospectussen van *La Force et la Lumière* in het vooruitzicht werd gesteld, in den weg staat. Van zoo ondergeschikt belang schijnt het, dat men, zoo oppervlakkig oordeelende, het lichtelijk zou over het hoofd zien. Toch zagen sommigen het reeds, toen de reclame, hare netten uitspreidende, er als het ware overheen wilde glijden. Toen reeds merkte GERALDY op:

»Cependant depuis 20 années environ que cet appareil" — le couple PLANTÉ — »existe, personne n'a pensé à en faire la base »d'une distribution de force et de lumière."

»Il y a à cela nombre de raisons. Je n'en citerai qu'une, c'est la »question du *commionage*, dont les prospectus ont dit en passant un »mot rapide, la traitant comme un de ces détails insignifiants, qu'on »ne mentionne que par excès de scrupule."

Inderdaad, het is dat dagelijksch vervoer, heen en terug naar en van de huizen en de ateliers, die van licht en kracht zullen worden voorzien, dat het groote struikelblok vormt. Die kosten vormen een enorme post op de onkosten-rekening, tenminste in wereldsteden als Parijs, waar dan toch de voorname werkkring eener maatschappij zal liggen. Tal van kleine en minder kleine ateliers zijn daar gevestigd in hooge étages; en wanneer men zijn kracht en licht daar voor de deur van het huis heeft staan, dan zijn zij nog bij lange na niet waar zij wezen moeten. En de kleine ateliers moeten de afnemers worden. Immers het zou onzinnig zijn te verwachten, dat groote maatschappijen en werkplaatsen zich niet liever electriciteit uit de eerste hand zouden verschaffen, met een eigen dynamo door de machine gedreven, dan dat zij die uit de tweede hand zich zouden laten bezorgen. Ja zelfs dan, wanneer ergens een maatschappij met voordeel het leveren van geladen accumuleurs FAURE zou kunnen exploiteeren, dan zou zij daar geen reden van bestaan hebben. Of liever, zij zou daar nooit ontstaan; zij zou al lang zijn voorafgegaan en onnoodig gemaakt door de zoodanige, die eene verdeeling van electriciteit, door van centraal-stations uitgaande draden, exploiteerden. Te willen beweren toch, dat de verdeeling van electriciteit door middel van accumuleurs goedkooper zou uitkomen dan die door draden, zou ongeveer gelijk staan met de bewering, dat het goedkooper zou uitkomen indien men het duinwater in vaatjes van Vogelenzang naar Amsterdam bracht, dan nu men het daarheen perst door buizen.

En dat die kosten van vervoer niet gering zijn te schatten blijkt uit het volgende. Naar zeer nauwkeurige proeven, door TRESKA en

anderen ¹ genomen, leverde een batterij van 35 elementen, elk, met het zuur, 43.7 kilogram wegende, wanneer zij door middel van een dynamo tot haar maximum was geladen, gedurende 24 uren ongeveer, een arbeidsvermogen van één paardekracht. Gedurende dien tijd leverde zij dus één paardekracht op $35 \times 43.7 = 1529.5$ kil. lood; zoodat, om gedurende een werkdag van 10 uur over 1 pk. te kunnen beschikken, een batterij die 637 kil. weegt dagelijks moet heen en terug worden vervoerd!

Het *à domicile* bezorgen van electrisch arbeidsvermogen aan ieder, die daarom verlegen is, behoort dan ook thans, even als in 1881, tot de vrome wenschen. Wel hebben tal van electriciens gepoogd verbeteringen aan te brengen, waardoor de werkzame oppervlakte van de loodplaten in verhouding tot hun gewicht wordt vergroot; maar deze verbeteringen zullen het bezwaar niet opheffen, zoolang niet een goedkooper en lichter metaal dan lood de electroden vormt. Zelfs de in vele opzichten uitstekend ingerichte accumuleurs van de *Electrical Power Storage Company* te Londen leveren op 60 kilogram gewicht slechts gedurende één uur een arbeidsvermogen van 1 pk. En wel hebben COMMELIN en DESMAZURES (1887) het lood trachten te vervangen door poreus koper, uit poeder van dat metaal door hydraulische drukking tot platen geperst — de electroden: koper en zink, de vloeistof: een alcalische zinkoplossing, waaraan keukenzout is toegevoegd — waardoor het voortbrengend vermogen tot 1 pk. per uur op de 33 kilogram is verhoogd. Maar deze besparing van gewicht kan dan ook alleen verkregen worden door gebruik te maken van een veel duurder materiaal en is nog daarenboven verre van voldoende.

Wij willen daarom niet gezegd hebben, dat de accumuleurs tot niets nut zouden zijn. Wie te beschikken heeft over eene betrekkelijk geringe drijfkracht, die hem, door bemiddeling van zijn dynamomachine, in den regel het licht levert dat hij behoeft, en slechts nu en dan moet kunnen beschikken over meer electrisch arbeidsvermogen, wordt door een batterij van accumuleurs uitstekend gebaat. Gedurende een betrekkelijk langeren tijd door middel van het beschikbare arbeidsvermogen geladen, levert zij gedurende den gewenschten tijd eenen aan de behoefte evenredigen stroom. Deze is daarenboven, evenals iedere batterij-stroom, veel gelijkmatiger van sterkte dan de stroom

¹ *Compt. rendus*, 94; pag. 600.

eener dynamo en om die reden te verkiezen voor het doen branden van gloeilichten.

Wat wij hebben willen betoogen is dit, dat de idealen van »*La Force et la Lumière*» tot heden nog niet zijn te verwezenlijken. Of liever, wij hebben onzen lezers een staaltje willen geven van de humbug, die op dit gebied soms geldt... en meteen hen eenigszins willen stellen op de hoogte van de werking der tegenwoordig nog al vaak besproken accumuleurs.
