



**LOUIS PASTEUR.**

# LOUIS PASTEUR

Met Portret.

DOOR

Dr. H. P. WIJSMAN.

Na weinige jaren van rust en vele jaren van ingespannen arbeid is PASTEUR heengegaan, achter zich een reeks van onderzoekingen latende, die als zoovele stations den weg beteekenen van zijn ontwikkeling, steeds gericht naar een zelfde hoog doel: de wetenschap dienstbaar aan de menschheid en aan Frankrijk. En nu, wanneer wij door hem gebracht zijn aan het eind van dien weg, en in één blik overzien langs welke punten hij is gegaan, erkennen wij in bewondering, dat het bijna logisch noodzakelijk schijnt te zijn geweest, zoo te gaan en niet anders, en toch weer, dat wij hier niet voor ons hebben het werk van een zich buiten de menschheid bewegend wijsgeer, zoekende slechts naar eenheid in zijn denken, maar van een geleerde die, midden in de maatschappij, de zeldzame gave bezat, zelf zijn uitnemendste vermogens nuttig te doen zijn voor de practijk, zonder zich door haar te laten beheerschen.

Het is mogelijk dat zijn vroegste jeugd, doorgebracht in industrieele kringen, — zijn vader was leerlooier, — zijn karakter die plooi heeft gegeven. Maar liever zie ik in hem de hoogste ontwikkeling van den franschen geest van natuurwetenschappelijk onderzoek, in hare meest aantrekkelijke uitingen. Want zeker is typisch voor de fransche wetenschap, dat zij waardeert het belangrijke beginsel ook in schijnbaar eenvoudige feiten, en niet tracht de ontdekkingen van het genie te vervangen door onderzoekingen »nach der Schablone» van honderdtallen mindere grootheden. En onmiddellijk daarmede hangt samen, dat in het algemeen de fransche wetenschap gaarne voeling

houdt met de practijk, en er niet naar streeft, door groot vertoon van geleerde duisterheid in taal en stijl, diepzinnig te doen schijnen wat niet diepzinnig is, en onverstaanbaar te blijven voor het *profanum vulgus*.

PASTEUR bezat in hooge mate dien helderen betoogtrant; men kan alles wat hij geschreven heeft inderdaad *lezen*; hij weet te boeien en de hulpmiddelen van papier en potlood zijn onder de studie zijner werken niet noodig om de afdwalende gedachte ter rechter tijd in het spoor te houden. Vooral in zijn voordrachten toonde hij, nog meer dan in zijn grootere boeken, de zeldzame bescheidenheid om de resultaten van jarenlangen arbeid zoo voor te stellen, dat de hoorder ten volle het belang der uitkomsten gevoelde, zonder van de moeite aan het onderzoek verbonden het rechte begrip te krijgen. Soms speelde die gemakkelijheid van voorstelling hem parten. PASTEUR hield er van, de stellingen, waarin hij zijne uitkomsten samenvatte, in vrij absoluten vorm uit te drukken, — soms te absoluut; de kern van waarheid, die zij inhielden, bleek wel eens niet de geheele waarheid te zijn geweest. Vandaar twistgeschrijf, vaak van groote heftigheid. Hij zelf was zich daarvan volkomen bewust, zijne stellingen waren voor hem werkhypothesen, instrumenten; die hij verwierp zoodra zij door betere konden vervangen worden, doch gebruikte zoolang er nog iets mede kon worden gedaan; niets meer, maar vooral ook niets minder. »Les variantes dans les opinions d'un même auteur sont une conséquence inévitable des progrès mêmes de ses travaux.»

Scherp criticus voor anderen, was hij de eerste om ook zijn eigen werk niet minder streng te beoordeelen, en hem teekenend in innerste wezen zijn de woorden van wijsheid, die hij na veertigjarigen arbeid op het toppunt zijner beroemdheid, den dag van de opening van het Institut-PASTEUR, richt tot zijn medewerkers:

»N'avancez rien qui ne puisse être prouvé d'une façon simple et décisive.

Ayez le culte de l'esprit critique. Réduit à lui seul il n'est ni un éveilleur d'idées, ni un stimulant de grandes choses. Sans lui, tout est caduc. Il a toujours le dernier mot. Ce que je vous demande là, et ce que vous demanderez à votre tour aux disciples que vous formerez, est ce qu'il y a de plus difficile à l'inventeur.

Croire que l'on a trouvé un fait scientifique important, avoir la fièvre de l'annoncer, et se contraindre des journées, des semaines, parfois des années à se combattre soi-même, à s'efforcer de ruiner

ses propres expériences, et ne proclamer sa découverte que lorsqu'on a épuisé toutes les hypothèses contraires, oui, c'est une tâche ardue.

Mais quand, après tant d'efforts, on est enfin arrivé à la certitude, on éprouve une des plus grandes joies que puisse ressentir l'âme humaine, et la pensée que l'on contribuera à l'honneur de son pays rend cette joie plus profonde encore."

Spreekt uit dit »l'honneur de son pays" reeds zoo duidelijk de krachtige, op fransche wijze voelende vaderlandsliefde, die PASTEUR bezielde, hem door en door kenschetsend is de fraaie zin die er terstond op volgt en wel als geveleugeld woord zal blijven bestaan:

»Si la science n'a pas de patrie, l'homme de science doit en avoir une, et c'est à elle qu'il doit reporter l'influence que ses travaux peuvent avoir dans le monde."

Want was PASTEUR fransch geleerde, hij was niet minder Franschman, en deze gloeiende vaderlandsliefde maakte hem wellicht evenzeer als zijn wetenschap tot een der troetelkinderen van zijn volk. Behalve industrieel, was zijn vader ook sergeant-majoor geweest onder Napoleon, en het is niet zonder beteekenis dat hij zijne *Etudes sur la bière*, die in 1876 verschenen, opdraagt »à la mémoire de mon père, ancien militaire sous le premier empire". Wil men weten welke die beteekenis is, ziehier den aanvang der voorrede:

»L'idée de ces recherches m'a été inspirée par nos malheurs. Je les ai entreprises aussitôt après la guerre de 1870 et poursuivies sans relache depuis cette époque, avec la résolution de les mener assez loin pour marquer d'un progrès durable une industrie dans laquelle l'Allemagne nous est supérieure." PASTEUR voerde op zijne wijze een oorlog met Duitschland, en nooit is zijn vijandelijke gezindheid verzwakt. De weigering van het eere-doctoraat in Bonn, kort na den oorlog van '70; — de woedende brief, waarvan hij het teruggezonden diploma deed vergezeld gaan; — het afslaan van ongeveer de hoogste wetenschappelijke onderscheiding die Duitschland kan verleenen, de »ordre pour le mérite"; — het zijn daden, die voldoende bekend zijn om er niet bij te verwijlen. Dat ten slotte de duitsche bierindustrie wellicht meer voordeel van de *Etudes sur la bière* heeft getrokken dan de fransche, het is te hopen dat PASTEUR hoog genoeg stond om zich daar niet te zeer over te ergeren.

De gang van PASTEURS werk is uitermate geleidelijk. Als scheikundige begonnen, is het niet in weerwil daarvan, maar juist omdat hij geheel vertrouwd was met de practijk van het laboratorium, dat

hij later zulke uitnemende biologische waarnemingen heeft kunnen doen. Zijn eerste onderzoekingen betroffen kristallografische onderwerpen, en al zeer spoedig deed hij in deze richting een uiterst belangrijke ontdekking.

Bij het onderzoek van Seignettezout, het kalium-natriumzout van het wijnsteenzuur, nam hij enkele vlakken waar, die aan de scherpziende oogen zelfs van MITSCHERLICH ontgaan waren. Deze vlakjes kenschetsten het wijnsteenzuur en zijne zouten als een hemiëdrisch kristalliseerend lichaam, dat wil zeggen een stof aan welker kristallen links sommige vlakken optreden die rechts ontbreken of omgekeerd, waarvan de kristallen dus niet meer symmetrisch zijn.

Dit nu op zichzelf is een zeer eenvoudig feit. Maar op geniale wijze brengt PASTEUR het in verbinding met andere. Bij kwarts waren vroeger soortgelijke kristalvlakken ontdekt door HAUY en WEISS, die gevonden hadden dat er tweeërlei soorten van kwartskristallen bestaan, zich juist onderscheidende door het bezit dier hemiëdrische vlakken, welke bij de eene soort rechts, bij de andere links voorkomen, zoodat beide vormen van kwartskristallen elkanders spiegelbeelden zijn. Nu had BIOT waargenomen dat er eveneens twee soorten van kwarts te onderscheiden zijn ten opzichte van hunne optische eigenschappen. De eene draait het vlak van den gepolariseerden lichtstraal links en de andere rechts. En aan HERSHELL gelukte het aan te toonen, dat de optische verschillen, door BIOT ontdekt, samenhangen met de kristallografische verschillen door HAUY en WEISS waargenomen.

Dezen gedachtengang volgde PASTEUR. Van het wijnsteenzuur was door BIOT gevonden, dat ook dit lichaam in staat is, het polarisatievlak te draaien; op geheel andere wijze als kwarts wel is waar, namelijk in oplossing, maar toch, het is optisch actief. Nu vroeg hij zich af of er ook een verband kon bestaan tusschen den kristalvorm en het draaiend vermogen in oplossing, even als dit voor kwarts was aangetoond tusschen den kristalvorm en het draaiend vermogen in vasten staat.

Deze vraag bracht hem tot het onderzoek van het druivenzuur, een merkwaardige isomeer van het wijnsteenzuur, een lichaam van volkomen dezelfde samenstelling, dezelfde scheikundige reacties, maar van een andere oplosbaarheid en zonder werking op het gepolariseerde licht. Uitgaande van zijn gronddenkbeeld: er zal een verband zijn tusschen het draaiend vermogen en den kristalvorm, onderzocht hij het kalium-natriumzout van het druivenzuur, verwachtende dat

hieraan òf de hemiëdrische vlakken zouden ontbreken, òf wel dat de linksche en rechtsche vlakken beiden aan een zelfde kristal zouden voorkomen, en het kristal dus symmetrisch zou zijn. Tegen alle verwachting in bleek, dat uit een oplossing van dit dubbelzout van het druivenzuur tweeërlei soorten van kristallen te voorschijn kwamen, waarvan de eene met de bekende van het wijnsteenzuur volkomen overeenstemden, de andere het spiegelbeeld vertoonden.

En toen deze beide soorten van kristallen afzonderlijk op hunne optische eigenschappen werden onderzocht, toen bleken zij beide een draaiend wijnsteenzuur op te leveren, maar het eene draaide evenveel links als het andere rechts. Voor de eerste maal was de splitsing gelukt van een optisch inactief lichaam in twee actieve bestanddeelen.

In de merkwaardige twee voordrachten van 1860, *Recherches sur la dissymétrie des produits organiques naturels*, verhaalt PASTEUR met beminnelijke veneratie hoe hij het eerst deze ontdekking aan BIOT vertoonde, hoe deze hem in zijn tegenwoordigheid de kristallen liet maken, liet uitzoeken, hem nogmaals nadrukkelijk liet verklaren welke kristallen links, welke rechts zouden draaien, zelf de oplossingen maakte en in het polarisatieapparaat bracht, en hoe toen de grijze geleerde, die meer dan twintig jaren lang te vergeefs getracht had de chemici op te wekken tot de toepassing van het door hem ontdekte draaiend vermogen voor scheikundige studiën, na een enkelen blik in het toestel de juistheid van PASTEUR's mededeeling erkennende, hem geroerd de hand drukte met de woorden: »mon cher enfant, j'ai tant aimé la science dans ma vie que cela me fait battre le cœur.»

Die ontdekking van PASTEUR was het begin van een geheel nieuw hoofdstuk der scheikunde. Wie thans, nu er sedert meer dan vijf en dertig jaren verlopen zijn, het portret van PASTEUR boven die van VAN 'T HOFF en LE BEL ziet staan, voor in het dikke compilerische *Handbuch der Stereochemie* van BISCHOFF en WALDEN, en weet welk een uitgewerkt stelsel van theorie, met name door VAN 'T HOFF, op de studie van het draaiend vermogen is gebouwd, kan zich de ontroering volkomen begrijpen van BIOT, die van dit alles een voorgevoel moet hebben gehad.

Deze eerste studie bracht PASTEUR spoedig in een nieuwe richting. Het was hem bekend dat een groot aantal stoffen, die draaiend vermogen vertoonen, behooren tot de belangrijkste en meest verspreide uit het dierlijk of plantaardig organisme, en ook dat, wanneer het

gelukt, die lichamen in het laboratorium te maken, uitgaande van inactieve grondstoffen, zij steeds worden verkregen niet volkomen gelijk aan de in de natuur voorkomende, maar inactief. Vandaar dat het vermoeden bij hem rees, dat de eigenaardige krachten die huizen in levende wezens, noodig zouden zijn om optisch actieve lichamen synthetisch samen te stellen.

Wij weten thans dat dit vermoeden niet is bevestigd. Herhaalde malen is het gelukt, kunstmatig bereiden stoffen optische activiteit te verleen. Toch blijft het een merkwaardig feit, dat er in het organisme zoo verbazend veel optisch actieve lichamen optreden. PASTEUR heeft het denkbeeld dat er bij de vorming dier »dissymmetrische» stoffen in het levende lichaam wat hij noemde »dissymmetrische» krachten in het spel zijn, nooit laten varen. Het is een der aanleidingen geweest, die hem gevoerd hebben tot de studie der gistingsverschijnselen en telkens komt men in verspreide zinnen zijner talrijke mededeelingen aan de Academie, soms zelfs in fantastischen vorm, dit idee tegen, dat hij nooit anders dan zeer vaag heeft weten uittedrukken, doch waarvan men wellicht eerst zal kunnen zeggen of er een voorgevoel der waarheid in lag, wanneer de scheikunde der eiwitstoffen zal tot klaarheid zijn gekomen.

Het onderzoek van de wijnsteenzuren, dat in 1848 begonnen was, hield PASTEUR vast tot 1860 toe, doch daar naast zien wij hem bezig met verschillende andere optisch actieve lichamen, met kina-alkaloïden, met glucosiden, met melksuiker en ook, met amylicalcohol, waarvan de optische activiteit verschillende niet gemakkelijk te verklaren bijzonderheden opleverde. Dit bracht hem tot het onderzoek van de wijze waarop amylicalcohol ontstaat, en hier zien wij zijn aanknooppingspunt aan de studie van de gistingsverschijnselen.

Het eerste wat hij daarover in 1857 publiceerde was de *Mémoire sur la fermentation appelée lactique*, binnen het jaar echter gevolgd door een *Mémoire sur la fermentation alcoolique* en een *Mémoire sur la fermentation de l'acide tartrique*. En even als zijn chemische onderzoekingen den eersten grondslag gelegd hebben voor een geheel nieuwe tak van de scheikunde, de stereochemie, zoo begon met deze periode van zijn werken een geheel nieuwe tak van de levensleer, de microbiologie.

Het is tegenwoordig haast een banaliteit geworden, te vertellen dat alle gisting, rotting, verzuring, tal van ontstekingen en ziekteverschijnselen, de levensuitingen zijn van mikroskopische eencellige wezens, hetzij dat deze tot de gistsoorten of tot de bacteriën behoren,

wier kiemen door de geheele natuur verspreid voorkomen, en zonder wier aanwezigheid de bovengenoemde processen, ook in overigens volkomen daartoe geschikte materialen, uitblijven. En juist omdat deze waarheden zoo algemeen bekend zijn, omdat er zoo enorm veel dingen uit het dagelijksch leven mede samenhangen, omdat er geen enkel beschaafd gezin meer is, waar zij niet iederen dag bewust of onbewust hunne toepassing vinden bij de bereiding en bewaring van spijzen, de verpleging en behandeling van zieken, de hygiënische inrichting onzer woningen, juist daarom valt het ons moeilijk te begrijpen, dat al deze dingen eerst omstreeks 1860 tot het wetenschappelijk bewustzijn van enkele groote geesten zijn begonnen door te dringen.

Zeker, het is waar dat reeds veel vroeger, reeds door LEEUWENHOEK, later door SCHWANN, door CAGNIARD DE LA TOUR, in gistende en rottende vloeistoffen mikroskopische lichamen waren waargenomen, die zij voor levende wezens hielden; — men wist dat melksuiker niet op zichzelf tot melkzuur kon overgaan, maar dat er een of ander »ferment'' aan moet worden toegevoegd, oude kaas, b. v.; — men wist dat zich in gistend druivensap een bezinksel vormt, dat bij analyse een eiwitachtig lichaam bleek te bevatten; — en zoo wist men nog een massa feiten meer uit de practijk van de gistingverschijnselen. Men had zelfs een gistingstheorie, die van LIEBIG, volgens welke de gisting zou zijn de ontleding van een stof onder invloed van een eiwitlichaam, dat zelf, door aan de lucht blootgesteld te zijn geweest, ook in toestand van ontleding verkeert. Bij den overgang van melksuiker in melkzuur b. v., was de toegevoegde kaas het in ontleding verkeerende eiwitlichaam, dat de melksuiker in zijn val medesleept en er melkzuur van maakt, volgens een mechanisme, dat aan LIEBIG zelf nooit zóó duidelijk is geworden dat hij het voor anderen duidelijk heeft kunnen maken. Evenwel, van levende wezens in gistende vloeistoffen wilde LIEBIG niets weten, en dat deze de oorzaak en geen bijkomende omstandigheid van de gisting zouden zijn heeft hij nooit toegegeven. Zelfs toen hij later moest erkennen, dat de cellen van de biergist inderdaad leven; waren toch voor hem nog de afstervende, niet de levende exemplaren de oorzaak van de gisting.

In dezen chaos werd door PASTEUR eenheid gebracht. Hij erkende niet alleen het ferment, de georganiseerde lichamen in gistende vloeistoffen, voor levende wezens, maar hij wist ook aan te toonen, dat zij de oorzaak van de gisting zijn, dat deze uitblijft bij hun afwezigheid, en vooral, dat elke gisting zijn eigen, specifiek verschillend



ferment heeft. Naast een melkzuur ferment onderscheidde hij een alkohol ferment, een ferment van de gisting der wijnsteenzure zouten, weldra een boterzuur ferment, een ferment van de gisting van ureum en zoovele andere.

Chemicus van nature, en vermoedelijk niet in het bezit van een sterk ontwikkeld gevoel van waardeering voor de beschrijvende, systematische natuurwetenschap, heeft hij zich wijselijk onthouden van alle discussie over de beroemde vraag, die door leeken zoo vaak en door natuurkundigen nooit wordt gesteld, of de fermenten planten dan wel dieren zijn; en hij heeft zelfs trouw vermeden zijnen fermenten namen te geven volgens den vorm, die in de systematische botanie en zoölogie gebruikelijk is. Nu eens spreekt hij van animalcules, dan van vibriens, dan weer van infusoires, later meest van microbes; hij wist ten volle dat een morphologische beschrijving met een naam, ons nog niet verder brengt in de kennis der werkingen van een levend wezen. Daar het nu veel gemakkelijker is een bacteriën-speciës te beschrijven en te doopen dan hare eigenschappen te bestudeeren, doet zich in de bacteriologie het merkwaardige feit voor, dat de ongenoemde soorten vaak beter bekend zijn dan de genoemde.

Onder de talrijke zijden van waar PASTEUR het gistingsvraagstuk bekeek, was er al terstond in de eerste jaren eene, die zijn bijzondere aandacht trok. Het bleek dat verscheidene der door hem onderzochte fermenten konden leven zonder toetreding van zuurstof of ten minste verschillende omzettingen teweeg brachten, al naar gelang hij hen onderzocht met ruime of met belemmerde toetreding van de lucht.

Het was reeds in de dagen van deze studiën, 1860 ongeveer, overbekend dat b.v. levensmiddelen, ingesloten in dichtgesoldeerde blikjes en gekookt, zonder bederf konden worden bewaard. De methode van APPERT leverde jaarlijks groote hoeveelheden volgens dit systeem ingemaakte groenten. Maar de onderzoekingen van GAY LUSSAC hadden aangetoond dat de lucht, die in deze blikjes nog overbleef, zuurstofvrij was, en dit gold bij velen voor de reden waarom de aldus geconserveerde levensmiddelen niet veranderden; — een beschouwing, die te meer reden van bestaan scheen te hebben, omdat men bederf zag intreden zoodra men de lucht toegang tot den inhoud der blikjes verschafte.

In de Liebigsche theorie kregen de eiwitstoffen juist door het contact met de lucht eerst de eigenschappen van een ferment.

Daar nu PASTEUR gevonden had, dat alle eigenlijke gistingen in betrekking staan tot de aanwezigheid en den groei van bepaalde soor-

telijk verschillende levende organismen, moest hij zich wel klaarheid verschaffen over de vraag of deze organismen spontaan ontstonden door de inwerking van de zuurstof als zoodanig op de eiwitlichamen, dan wel of de toetredende lucht eenvoudig de drager was hunner eerste kiemen, in zwevendenden toestand door haar aangevoerd. Zoo kwam hij tot zijn beroemd onderzoek over de spontane generaties, en over de georganiseerde lichaampjes die in de atmosfeer zweven. Het bleek hem dat stoffen, volkomen geschikt om micro-organismen te doen ontwikkelen, zelfs bij vrije toetreding van de lucht, geen spoor van gistingsverschijnselen vertoonden, wanneer hij slechts zorgde dat van te voren door verwarming alle kiemen, die er in aanwezig konden zijn, waren gedood, en dat door de vrij toetredende lucht er, geen nieuwe levenskiemen konden worden ingebracht. Wat meer zegt, het bleek hem dat bloed, urine en deelen van organen uit het inwendige van het dierlijk lichaam konden worden genomen en bewaard, zonder dat er bederf intrad, mits slechts gezorgd werd dat er geen in de lucht zwevende, aan de huid of aan de instrumenten hechtende kiemen mede in aanraking konden komen. Op deze grondslagen is door de handen van anderen langzamerhand de geheele nieuwere chirurgische operatiemethode opgebouwd.

Het is voldoende bekend dat PASTEUR de leer der spontane wording uit ongeorganiseerde stof van die soort organismen, welke tegenwoordig als bacteriën, gistsoorten en dergelijke bekend staan, zoo afdoende heeft aangepakt, dat zij sedert nooit weer er boven op gekomen is en slechts in een basterdvorm<sup>1</sup>, de zoogenoemde heterogenie, een tiental jaren later voor korten tijd het hoofd weer heeft durven opsteken en nog hier en daar een kwijnend bestaan voortsleept.

De reeks proeven die hiervoor noodig zijn geweest vormen steeds een meesterstuk van critischen arbeid. Want de moeilijkheid van dit soort onderzoekingen lag niet in de mechanische uitvoering der proeven, maar in hunne uitlegging en in de moeite om haar zoo ondubbelzinnig in te richten, dat hare uitkomst slechts op ééne wijze en op geen andere kon worden verklaard; bezwaren zóó groot, dat de strijd, die door PASTEUR tot een eind is gebracht, reeds voor een eeuw tusschen NEEDHAM en SPALANZANI met groot vernuft was gestreden en in al dien tijd niet tot beslissing gekomen. Groote tijdgenooten telden die bezwaren zoo zeer, dat DUMAS zoowel als BIOT PASTEUR, tijdens het begin zijner proeven, in gemoede ontried, met dat ondankbare onderwerp zijn tijd zoek te brengen.

Maar voor PASTEUR was het onderzoek van de spontane generatie een logisch noodzakelijk onderdeel van zijn onderzoek der gisting-verschijnselen.

Hij ging verder en bepaalde zich er niet toe, van een aantal gistingen het chemisme na te gaan en de werkzame organismen te beschrijven, maar stelde een algemeene gistingstheorie op, volgens welke de gisting een leven bij afsluiting van vrije zuurstof is, waarbij de zuurstof, die het organisme toch behoeft, aan organische verbindingen wordt onttrokken, die hierbij uiteenvallen.

Hoewel zeker in den vorm, waarin PASTEUR in 1861 deze theorie het eerst uitsprak, onjuist, is zij hem toch tot een machtige werkhypothese geweest, wier invloed zich in al zijn latere onderzoekingen doet gevoelen. Het is op dit punt zijner ontwikkeling dat zijne studiën PASTEUR in aanraking brachten met de industrie.

Onder al de werkingen der micro-organismen is er eene aan welke het karakter eener echte gisting volgens PASTEURS opvatting zeker ontbreekt, namelijk de azijnvorming. Immers hier heeft eene omzetting plaats van alcohol tot azijnzuur, welke onder opname van vrije zuurstof dient te geschieden; en het lag dus geheel in zijne richting dat hij het procedé der azijnvorming aan eene bijzondere studie onderwierp, welke hem weldra in aanraking bracht met de azijnfabrikanten. En niet alleen dat het hem gelukte de azijnvorming van hare theoretische zijde tot klaarheid te brengen, hij wist tevens uit die theorie de middelen af te leiden om het procedé der azijnbereiding belangrijk te bekorten en verschillende moeilijkheden daarbij te verhelpen. De voordracht, waarin hij een overzicht zijner uitkomsten aan de azijnfabrikanten mededeelde, de eerste zijner voor de nijverheid bestemde verhandelingen, geeft op iedere bladzijde het bewijs van zijn geniaal waarnemingsvermogen en van het groote talent, waarmee hij uit de van ouds bekende maar nooit begrepen ervaringen der industrie wist te halen, wat hij voor het vormen van een juist oordeel noodig had. Een alleraardigst voorbeeld hiervan zijn b. v. zijn opmerkingen over de azijnaaltjes.

Maar nog van andere zijde kwam PASTEUR, die inmiddels den 13<sup>en</sup> December 1862 lid van de Académie geworden was, met de industrie in aanraking. Zijn onderzoek over de alcoholische gisting had hem bekend gemaakt met allerlei abnormale veranderingen, die in het druivensap, terwijl het op weg is om wijn te worden en ook daarna, kunnen voorkomen; veranderingen, die onder den algemeenen naam

van wijnziekten begrepen worden, die jaarlijks groote hoeveelheden wijn ondrinkbaar maakten en aan de wijnindustrie zeer belangrijke schade berokkenden. En terwijl hij bezig was aan zijn onderzoekingen over de rotting, over de gisting der wijnsteenzure zouten, terwijl zijn debatten met POUCHET over de spontane generatie in vollen gang waren, vond hij ook nog den tijd om de wijnziekten uitvoerig te bestudeeren en uit te maken, dat bij ieder hunner, bij het »lang'' worden, bij het »omslaan'', bij het bitter worden en bij zoovele vormen van wijnbederf meer, telkens weder aan micro-organismen en in ieder afzonderlijk geval aan een bepaalde soort daarvan, de schuld moet worden gegeven. En niet tevreden de oorzaak der wijnfouten te hebben opgespoord gaf hij ook het middel tot verbetering: verwarming in gesloten toestellen tot een temperatuur, waarbij de schadelijke bacteriën worden gedood, doch die niet hoog genoeg is om op den smaak van den wijn ongunstigen invloed uit te oefenen. Men weet hoe deze bewerking den naam *pasteuriseeren* heeft gekregen, en sedert niet alleen op wijn maar in allerlei vormen ook op andere stoffen, met name op melk, is toegepast geworden.

Nauwelijks waren PASTEURS onderzoekingen over den wijn tot een zekere afsluiting gebracht, toen hem in 1865 door de Fransche regering, op voorstel van DUMAS, de opdracht gedaan werd, zich bezig te houden met de ziekte der zijwormen in het zuiden van Frankrijk. De Fransche zij-industrie had hier te lijden onder verschillende epidemiën, welke haar onberekenbare schade toebrechten. Wij mogen aannemen dat het PASTEUR eenigen strijd gekost heeft, werk te laten varen waar hij midden in zat en dat hem dierbaar was, want later heeft hij het nagenoeg weer opgevat op het punt waar het was blijven liggen; en dat om een onderzoek te beginnen hetwelk, het is waar, voor de practijk uitermate belangrijk kon worden, doch in allen gevalle tot op zekere hoogte buiten de richting lag, waarin zijn studien zich tot nog toe bewogen. Evenwel slechts tot op zekere hoogte. Immers het was bekend door de onderzoekingen van QUATREFAGES, van CORNALIA en anderen, dat in het lichaam der zijwormen, die leden aan de »pébrine'', de schadelijkste van al de ziektevormen, mikroskopisch kleine lichaampjes konden worden waargenomen, die onder den naam van »corpuscules de CORNALIA'' bekend stonden, als levende organismen beschouwd werden en doorgingen voor de oorzaak van de ziekte. Hier lag dus het aanknooppingspunt voor PASTEUR, en met het constateeren van dit feit begon hij dan ook zijn onderzoek, dat

gedurende minstens een vijftal jaren zijn werkkraft in hoofdzaak in beslag zou nemen, doch dat ten slotte de Fransche zij-industrie heeft gered. Wanneer men de officieele verslagen naleest van de debatten in de Fransche kamer over de maatregelen van gouvernementswege tegen de zijwormziekte genomen, en ziet met welke cijfers de schade, daardoor aan de Fransche industrie berokkend, werd uitgedrukt, dan erkent men de letterlijke juistheid van het woord van HUXLEY, dat PASTEUR de zes milliard van 1870 voor Frankrijk heeft verdiend, een uitspraak, die waar zou blijven, al had hij niets anders gedaan dan dit onderzoek. En wanneer men nu ziet welke fijnheid van waarneming, hoeveel geduld, en hoeveel tijd PASTEUR heeft moeten besteden om ten slotte te komen tot maatregelen, die de eenvoudigheid zelve schijnen, dan wordt het duidelijk, hoe volkomen ten onrechte zoo vaak door industriëen of regeeringen, die voorlichting vragen aan de wetenschap ten behoeve eener practische nijverheid, binnen zeer korten tijd bruikbare resultaten verlangd worden. De vragen van de practijk kunnen zoo eenvoudig schijnen, terwijl zij de volle inspanning van een fijn vernuft behoeven om beantwoord te worden.

Het zwaartepunt van PASTEUR's onderzoek over de pébrine is ten slotte gebleken hierin te liggen, dat hij aantoonde, dat de kiem van de ziekte reeds in de eieren aanwezig is, wanneer deze van zieke vlinders afkomstig zijn. Om dus een broedsel van gezonde zijwormen te krijgen moet men constateeren dat de ouders gezond waren, en dit leerde hij practisch bereiken, door ieder paar afzonderlijk te laten eierleggen en na afloop daarvan mikroskopisch te onderzoeken of de ouders werkelijk gezond waren, d. w. z. geen »corpuscules" in hun lichaam bevatten. Blijken de ouders geïnfecteerd te zijn geweest, dan zijn de eieren te verwerpen. De latere onderzoekingen, met name van BALBIANI, volgens wien de corpuscules tot een afdeeling van de Sporozoën gebracht worden, hebben de juistheid der grondstelling van PASTEUR, dat de infectie zich op de eieren voortplant, door directe mikroskopische waarneming van de kiemcellen ten volle bevestigd; een bevestiging die trouwens door de voortreffelijke uitkomsten zijner kweekwijze ook van andere zijde was geleverd.

De onderzoekingen over de zijwormen werden spoedig gevolgd door de reeds genoemde *Études sur la bière*, die in 1876 als boek uitgegeven werden doch reeds in 1870 werden begonnen, en waarin PASTEUR voor het bier doet wat hij reeds voor den wijn had gedaan: aantoonen dat abnormale verschijnselen bij de biërgisting in een zeer groot aantal

gevallen op onzuiverheden, dat wil in dit geval zeggen op aanwezigheid van vreemde mikro-organismen onder de biergist zijn terug te voeren. Toch zou men zich vergissen als men uit den titel opmaakte dat dit boek zich hoofdzakelijk met het bier bezig hield. Het is een overzicht van al het voornaamste wat PASTEUR over de gistingsverschijnselen heeft waargenomen, en meer dan de techniek der bierbrouwerij behandelt het de algemeene wetenschappelijke grondslagen van iedere industrie, welke met gistingsorganismen werkt. De invloed van dit werk is groot geweest; de bierbrouwerij heeft er uit geleerd dat het werken met zuivere culturen van gist, zonder schadelijke organismen, in tal van gevallen het geneesmiddel is voor moeilijkheden in de fabriekatie; zij heeft er uit geleerd wat de beteekenis is van het woord reinheid. Het moge waar zijn dat de vorm, waarin de bierbrouwerij van de ontwikkeling der jonge microbiologische wetenschap partij getrokken heeft, niet geheel, misschien zelfs niet in hoofdzaak, van PASTEUR afkomstig is; — anderen hebben daar het hunne toe bij gebracht onder wie een voorname plaats toekomt aan HANSEN te Kopenhagen. Maar wie de grootsche stichtingen bezoekt der Carlsberger modelbrouwerij aldaar, aan welker wetenschappelijk laboratorium ook HANSEN verbonden is, en in de muur dier brouwerij een marmeren nis vindt aangebracht met een bronzen buste van PASTEUR, ziet in die hulde hem erkend als de man, met wien de opbloei der wetenschappelijke zymotechniek is begonnen.

Meer dan een zijner andere werken vertoonen de *Études sur la bière* den samenhang tusschen alle studiën van PASTEUR. Terwijl zij eenerzijds waarnemingen vermelden uit het begin van zijn proeven over de gisting, bevatten zij anderzijds reeds de profetische uitspraak, dat de leer der besmettelijke ziekten wellicht zeer spoedig onverwacht licht ontvangen zou van den zelfden kant. Want reeds toen was PASTEUR begonnen aan de laatste groep zijner onderzoekingen, betrekking hebbende op de besmettelijke ziekten door bacteriën veroorzaakt. Ook deze stap moest hij bijna met noodzakelijkheid doen. Want de verklaring door LIEBIG gegeven van de gistingsverschijnselen was door dezen ook uitgebreid op de leer der contagiën, en als drager der besmetting gold voor hem eveneens een in bijzonderen toestand van ontleding verkeerende eiwitstof.

Deze leer nu had gaandeweg van allerhande zijden weerlegging gevonden. De reeds in 1850 door RAYER en DAVAINÉ in het bloed van aan miltvuur gestorven dieren geziene bacteriën waren door den

laatste in 1863 aan een hernieuwd onderzoek onderworpen, waartoe hij gebracht was door de voordracht van PASTEUR over het boterzuurferment, waarin deze op de uiterlijke overeenkomst in vorm tusschen beide organismen had gewezen. Vele latere onderzoekingen, van CHAUVÉAU, van KLEBS, van KOCH niet in de laatste plaats, hadden reeds in tal van gevallen pathogene eigenschappen van sommige bacteriën leeren kennen. De noodzakelijke consequentie van den strijd door PASTEUR twintig jaren lang tegen LIEBIG gevoerd was dus wel, dat hij zich ook met de infectieziekten ging bezighouden en het experimenteele bewijs leverde dat ook deze veroorzaakt worden door een contagium vivum, door een levende oorzaak.

Gevoelende, dat hij hiermede een gedeeltelijk nieuw terrein betrad, stelde hij zich met anderen in verbinding, en zien wij hem van nu af in samenwerking met JOUBERT, CHAMBERLAND, ROUX en verscheidene anderen.

De ziekten, waarmede PASTEUR begon, waren het miltvuur en de kippencholera.

Dat de eerste, bij welke in het bloed miltvuurbacteriën worden aangetroffen, inderdaad door deze wordt veroorzaakt en niet door een chemisch vergift, toonde hij aan door buiten het lichaam de miltvuurbacteriën te kweeken en met deze cultures inentingten te verrichten. Tevens gelukte het hem dergelijke cultures te filtreren, zoodanig dat de bacteriën uit de oplossing, waarin zij gegroeid waren, verwijderd werden en aan te toonen dat het besmettend vermogen niet meer aan dit filtraat, dus niet aan de afscheidingsproducten der bacteriën, maar uitsluitend aan henzelve eigen was. Dergelijke filtratieën, aanvankelijk door gips, later door onverglaasd porcelein, zijn van blijvende waarde voor de practijk der bacteriologische laboratoria gebleven om de stofwisselingsproducten der bacteriën van hen zelve te scheiden en hebben ten slotte, na eenige variaties, aan de bekende CHAMBERLAND-bougie het aanzijn gegeven.

Met zijn gewonen practischen blik zien wij PASTEUR weldra opmerken dat dieren, grazende op de plek waar aan miltvuur gestorven beesten begraven zijn, zelfs jaren later geïnfecteerd kunnen worden, ook al zijn de lijken diep in den grond verborgen. Hij toont in dergelijke gevallen de miltvuurbacillen ook in de oppervlakkige bodemlagen aan, wijst op de mogelijkheid dat de regenwormen de verplaatsing uit de diepere lagen naar boven bewerken, en, daar op een voeding met miltvuurbacillen niet altijd de ziekte volgt, oppert hij tegelijk de

meening, dat voeding met besmet voedsel alleen dan schadelijk wordt, als door kleine wondjes in het darmkanaal, bijvoorbeeld door het eten van distels ontstaan, de smetstof in de bloedbaan kan worden opgenomen. Uit beide opmerkingen volgen gewichtige wenken voor de praktijk: begraven van aan miltvuur gestorven dieren binnen een omheining en niet voederen met distels.

Doch al dergelijke kleinere practische maatregelen waren niet wat PASTEUR zocht. De man, die in zijn boek over de zijwormen het groot-sche woord had neergeschreven; »il est au pouvoir de l'homme de faire disparaître de la surface du globe les maladies parasitaires”, — die man begon een stelselmatig onderzoek van de infectieziekten, natuurlijk met geen geringer voornemen dan een algemeen beginsel te vinden, dat tot bestrijding van de geheele groep dezer ziekten kon worden aangewend. En het is moeilijk te zeggen wat meer imponeert: de stoutheid om den vraag in dezen vorm voor oplossing vatbaar te achten of de genialiteit, waarmede er een antwoord op werd gegeven. Want het is PASTEUR inderdaad gelukt ten minste den weg aan te wijzen, waar langs wellicht een algemeene oplossing van dit vraagstuk te bereiken is, al zijn ook sedert andere, misschien betere, wegen gevonden.

De eerste mededeeling van PASTEUR omtrent eene geslaagde inenting tegen eene besmettelijke ziekte betrof de zoogenaamde kippencholera. Het bleek hem dat, wanneer cultures van het organisme, dat deze ziekte veroorzaakt, zeer lang bewaard worden, zij ten slotte afsterven, dus niet meer in staat zijn bij inenting de ziekte te verwekken. Maar wanneer met dergelijke cultures werd ingeënt, kort voor zij geheel dood waren, bleken de aldus behandelde kippen wel is waar ziek te worden, doch in zoo geringe mate dat zij niet stierven. Na hunne genezing waren die kippen dan bestand tegen inenting met een versche, krachtige culture, zij waren tegen de kippencholera gevaccineerd. Voor het eerst was het gelukt, een vaccinestof te bereiden, niet, zooals bij de koepokinenting, in een levend lichaam, maar in een cultuur, onafhankelijk van het organisme.

In verband met PASTEUR's overige onderzoekingen is het niet anders dan natuurlijk, dat hij den invloed bestudeerde, dien vrije toetreding van de lucht op de werkzaamheid, de virulentie zijner culturen had, en vond, dat de verzwakking slechts plaats vond bij onbelemmerde toetreding van zuurstof, niet bij afsluiting daarvan. Maar zeer spoedig daarna, in 1881, gaf hij voor een veel belangrijker infectieziekte,



het miltvuur, een ander verzwakkingsbeginsel aan, dat in dit geval samenhang met de eigenaardige eigenschappen van de microbe, die deze ziekte veroorzaakt. De miltvuurbacil namelijk gedraagt zich in zijn groei zeer verschillend bij verschillende temperaturen, met name wat betreft het vermogen om sporen te vormen, en dit is wel de aanleiding voor PASTEUR geweest om den invloed na te gaan, die, met en zonder ruimen luchttoevoer, het groeien bij verschillende temperaturen op de virulentie van miltvuurbacillen heeft. Het bleek dat door kweeking bij hoogen warmtegraad, hooger dan voor den groei der bacteriën het gunstigst is, in dit geval bij  $42^{\circ}$ — $43^{\circ}$ , in korter of langer tijd, al naar gelang van de temperatuur, de virulentie van miltvuurculturen zoozeer afnam, dat schapen er mede konden worden ingeënt zonder te sterven en, na genezen te zijn, tegen inenting met krachtige cultures, die ongeënte schapen den dood brachten, bestand waren. Zelfs leerde de ondervinding, dat op deze wijze zich reeksen cultures lieten maken van meer of minderen graad van werkzaamheid en dat de inenting van schapen zekerder en met minder gevaar verliep, wanneer de dieren eerst met een zeer verzwakt, later, een tweede keer, met een minder verzwakt »vaccin» werden ingespoten.

Hiermede was een gewichtige stap gedaan en kwam het er in de eerste plaats op aan de methode buiten het laboratorium te beproeven. Bij ondervinding wist PASTEUR hoe moeilijk het vaak is, mannen van de practijk te doen gelooven aan de waarde van wetenschappelijke overwinningen, en hoe gemakkelijk kleine fouten en oppervlakkige waarnemingen van menschen, die niet geleerd hebben te experimenteren en te observeeren, de toepassing van een nieuw beginsel in den weg staan. Twijfel, ongelooft en tegenwerking waren ook hem bij zijn studiën over de zijwormen en den wijn niet gespaard gebleven. Evenwel, de uitkomsten zijner vroegere onderzoekingen gaven crediet aan zijn beweringen en PASTEUR wist hoe hij met veefokkers moest omgaan. Vandaar de beroemde proef te Pouilly-le-Fort, zeer geschikt om de oogen der practici te openen. Voor een talrijke commissie, daartoe uit allerlei autoriteiten uitgenoodigd, zouden de inenting plaats hebben, en PASTEUR had de stoutheid het geheele plan, met de voorspelling van wat er gebeuren zou, vooraf schriftelijk vast te stellen. Zestig schapen waren door een landbouwmaatschappij ter beschikking gesteld. Tien zouden eenvoudig als contrôle tot het eind van de proef onveranderd gelaten, doch overigens in alle opzichten geheel op dezelfde wijze als de rest behandeld werden. Van de overige vijftig

zou de helft, gemerkt aan één oor, in tegenwoordigheid der commissie tweemaal, met veertien dagen tusschenpooze, worden ingeënt, eerst met het zwakste, daarna met het sterkste vaccin. De geënte en niet geënte schapen zouden door elkaar in de stal rondloopen, en ten opzichte van voeding en geheele overige behandeling gelijk staan. Veertien dagen na de laatste vaccinatie zouden alle vijftig proefdieren worden ingespoten met een zeer virulente miltvuur-cultuur, om en om: een gevaccineerd en een niet gevaccineerd schaap; al de gevaccineerde schapen zouden blijven leven, en al de niet gevaccineerde zouden sterven. Zoo had PASTEUR het beschreven, en zoo gebeurde het: want toen twee dagen na de laatste proef de commissie weer kwam kijken waren drie en twintig van de niet gevaccineerde schapen dood, één stierf voor haar oogen en het laatste den volgenden dag, terwijl de gevaccineerde gezond en wel liepen te eten. Zulk een uitslag maakte natuurlijk een geweldigen opgang, en toen kort daarna te Chartres deze proef nog eens, nu zonder persoonlijke medewerking van PASTEUR, dezelfde gunstige uitkomst opleverde, groeide het vertrouwen zoozeer aan dat ruim een jaar later, in 1882, de Société vétérinaire et agricole de Chartres PASTEUR een statistiek over vijf en tachtig duizend ingeënte dieren kon verschaffen. In 1887 publiceerde CHAMBERLAND een statistiek, waaruit blijkt dat jaarlijks in Frankrijk alleen ongeveer driehonderdduizend schapen worden ingeënt, en dat de gemiddelde sterfte aan miltvuur, die vóór de invoering der vaccinaties tot tien procent kon bedragen daarna tot minder dan één procent is gedaald. Hoewel later deze inentingën, met name van deitsche zijde, tot zeer veel geschrijf aanleiding hebben gegeven, wordt de juistheid van het beginsel, dat PASTEUR aan zijne methode ten grondslag legde, algemeen erkend, en tellen de schapen, die hij voor de fransche veestapel behouden heeft, bij tienduizendtallen.

Een punt is bij de verzwakkingsproeven van PASTEUR van het hoogste gewicht. De verzwakte cultures, die hij maakte, hetzij door inwerking van zuurstof gedurende langen tijd, hetzij door gelijktijdigen invloed van hoogere temperaturen, zijn niet alleen verzwakt als individueele cultuur, maar bij voortgezette kweeking, ook onder andere omstandigheden behouden zij korter of langer hun mindere virulentie.

Met andere woorden, het is door de gewijzigde levensomstandigheden gelukt een verandering in de eigenschappen van het mikro-organisme te brengen, die zich korter of langer tijd erfelijk voortplant, — er is een nieuw ras ontstaan. En van het hoogste belang was het

voor PASTEUR om uit te maken of deze erfelijke verandering standvastig zou blijken, dan wel of het mogelijk zou zijn, de oorspronkelijke virulentie weder aan de bacteriën terug te geven.

Het onderzoek van deze vraag bracht hem tot een methode, die weldra ook in geheel onverwachte richting gewichtige uitkomsten zou opleveren, de voortplanting van een smetstof door een reeks van dieren achtereen. Korter of langer voortgezette cultuur van miltvuurbacillen bij hooge temperatuur had hem een reeks rassen van afnemende virulentie opgeleverd, wier ongelijke sterkte zich bij voorbeeld hierin openbaarde, dat een zeker nummer dezer reeks nog juist cavia's (guineesche biggetjes, »marmotten'') van een week oud doodde, doch oudere niet meer, een volgend nummer echter voor cavia's van een week niet doodelijk meer was, doch voor dezelfde dieren van vier dagen oud nog wel, en zoo verder. Nam PASTEUR nu de zwakste term van deze reeks, die dus alleen cavia's van één dag vermocht te doden, dan kon hij met het bloed van deze gestorven diertjes reeds cavia's van twee dagen oud inenten met hetzelfde gevolg. De miltvuurbacillen werden in het bloed van deze reeds krachtig genoeg om voor weer oudere cavia's doodelijk te zijn, en zoo gelukte het om na een zeker aantal »passages'' weder miltvuurbacillen te verkrijgen van de oorspronkelijke virulentie. Voor de verzwakte bacteriën van de kippencholera gelukte hetzelfde door passage door verschillende soorten van vogels, telkens grootere soorten nemende.

Hiermede was het belangrijke beginsel gevonden, dat ziekteveroorzakende bacteriën in hunne eigenschappen veranderingen kunnen ondergaan, eenvoudig door het feit dat zij zich in een zekere diersoort hebben voortgeplant. En evenzeer als nu bewezen was dat bacteriën door groei in bepaalde diersoorten in virulentie konden stijgen, evenzeer kon de mogelijkheid ondersteld worden dat zij door 't leven in andere diersoorten in virulentie konden dalen.

Het gelukte PASTEUR ook inderdaad van deze onderstelde mogelijkheid voorbeelden te vinden. Reeds toen, 1882, was hij sinds lang bezig met studiën over de hondsdolheid, en had hij uit het speeksel van dulle honden een bacterie geïsoleerd, die tegenover konijnen zeer sterke ziekteverwekkende eigenschappen bleek te hebben, hoewel er terstond moge bijgevoegd worden, dat noch deze ziekte, noch de haar verwekkende bacterie later gebleken zijn in eenig opzicht met dolheid samen te hangen. Deze bacterie nu, aanvankelijk voor konijnen zeer virulent, bleek voor cavia's tamelijk onschuldig, maar kon, door

herhaalde passages van jongere op oudere cavia's ook voor deze sterk virulent gemaakt worden. Doch eenmaal op het toppunt van virulentie voor cavia's gekomen bleek de bacterie dan in hare werking op konijnen sterk verzwakt te zijn, en nu voor deze een vaccin tegenover den eersten, zeer virulenten vorm te zijn geworden.

Mocht nu ook al deze waarneming van uitsluitend theoretische beteekenis wezen, praktische toepassing vond zij zeer spoedig bij een onderzoek, dat door PASTEUR samen met THUILER, — die zeer kort daarop naar Egypte gegaan voor de studie van de cholera, daar aan deze ziekte bezweek, — ondernomen werd om de oorzaak van de vlekziekte der varkens op te sporen. In het district van Vaucluse, waar deze ziekte enorme schade onder de varkens aanbracht, viel het hun op, dat niet alleen deze dieren, maar bovendien ook de konijnen en de duiven, veel last van een besmettelijke ziekte hadden. Het was in vergelijking met vroegere onderzoekingen geen bijzonder groot kunststuk meer, de bacterie van de vlekziekte te isoleeren en aan te toonen, dat hetzelfde organisme ook de oorzaak was van de ziekte der konijnen en der duiven. Maar de scherpe waarneming van PASTEUR en zijn leerling was noodig om op te merken dat herhaalde overenting van duif op duif het virus hoe langer hoe vergiftiger maakt, niet alleen voor duiven, maar ook voor varkens, doch dat omgekeerd herhaalde doorgang door konijnen de virulentie van de bacteriën zoodanig verzwakt, dat zij ten slotte voor varkens niet doodelijk meer zijn, doch deze slechts in lichten graad ziek maken, waarna de varkens tegen de inenting met het krachtige virus bestand zijn. Op die wijze werd de vaccinatie tegen de vlekziekte ontdekt, welke in verschillende streken op groote schaal is gecontroleerd, onder anderen ook in Baden, waar de ziekte sterk heerschende was. Hoewel de juistheid van PASTEURS uitkomsten ook hierbij ten volle is erkend, is toch door bijkomende omstandigheden voor de practijk deze methode veel minder belangrijk gebleken dan de miltvuurbestrijding; — voornamelijk omdat er een groot verschil in gevoeligheid tegenover de inenting bleek te bestaan bij verschillende varkensrassen, zoodat van sommige rassen de dieren aan de vaccinatie zelve bezweken.

De studie van de verandering in eigenschappen welke een pathogene bacterie ondergaat bij herhaalde overenting op dieren van een zelfde soort is het groote hulpmiddel geweest, dat PASTEUR gediend heeft bij zijn onderzoek over de hondsdolheid.

Deze ziekte te bestrijden is jaren lang zijn doel geweest, en men

kan reeds tijdens het begin van zijn onderzoek over de besmettelijke ziekten uit verspreide mededeelingen of opmerkingen afleiden, dat in het bijzonder de hondsdolheid hem belang inboezemde, niet alleen uit theoretisch oogpunt, maar dat hij zich volkomen bewust tot taak gesteld had, een geneeswijze voor die kwaal te vinden. Vermoedelijk moet deze bijzondere voorkeur hieraan worden toegeschreven, dat zij een der weinige besmettelijke ziekten is, die direct van het eene dier op het andere en op den mensch worden overgebracht langs volkomen bekenden weg, door een beet. Daardoor vervalt de vraag, die de studie van de meeste infectieziekten zoo bijzonder ingewikkeld maakt, waar zich in de natuur het ziekmakende organisme bevindt en wat zijn levensgeschiedenis is, voor het in het menschelijk lichaam indringt, en het mocht alzoo schijnen dat de hondsdolheid zich meer dan andere infectieziekten zou leenen voor proefondervindelijk laboratorium-onderzoek. In dit opzicht moet PASTEUR wel zeer teleurgesteld zijn. Het experimenteel onderzoek van de hondsdolheid leverde aanzienlijk veel grooter moeilijkheden op dan een der vorige ziekten, en de eminente genialiteit van PASTEUR blijkt wel het meest hieruit, dat hij er nooit in is geslaagd, de bacterie van de hondsdolheid in reïncultuur te isoleeren gelijk dat met al de overige door hem onderzochte ziekten gelukt was, dat hij het organisme nooit heeft gezien, dat het zelfs nog niet bekend is, en dat hij er desalniettemin in geslaagd is, steunende op zijn geheele vroegere ondervinding, de vaccinatiemethode te vinden, die hij besloten had te ontdekken.

De twee groote moeilijkheden waarop hij stuitte waren het ontbreken van een behandelingswijze volgens welke honden konden worden ingeënt zoodat zij vast en zeker binnen niet al te lang tijdsverloop dol werden, en de onmogelijkheid om een betrouwbaar inentingsmateriaal van constante sterkte voorradig te hebben. Het heeft zeer veel moeite gekost alvorens was uitgemaakt, dat het zekerste inentingsmateriaal, nu culturen van de bacterie niet te verkrijgen waren, niet bestond, gelijk men aanvankelijk zou verwachten, in het speeksel van aan dolheid gestorven dieren, maar in deelen van het zenuwstelsel, met name het ruggemerg, en dat de eenige methode die steeds zekere uitkomsten opleverde, was het brengen van de entstof onder het schedeldak op de hersenen.

Zelfs voor wie niet bekend zijn met de moeilijkheden, die reeds het experimenteeren met gezonde honden oplevert, zal het duidelijk zijn dat er een ongewone mate van koelbloedigheid en persoonlijken moed

toe behoort om jaren lang dikwijls groote aantallen dolle honden in een laboratorium te huisvesten en daarop proeven te nemen. Toch is het slechts een enkele maal, en terloops, hulde brengend aan de toewijding van een zijner jeugdige helpers, dat PASTEUR op het groote gevaar wijst, hetwelk de minste onvoorzichtigheid bij dit soort onderzoek kan opleveren.

Enmaal de methode van inenting vastgesteld zijnde, bewees PASTEUR dat het virus van de hondsdolheid, op konijnen overgebracht, weldra aan kracht toeneemt. Dit uit zich in de verkorting van het incubatietijdperk, dat is van den tijd, die er tusschen de inenting en het eerste optreden van verschijnselen van dolheid verloopt.

Terwijl deze periode bij aanvankelijke inenting van konijnen met het ruggemerg van een dollen hond zeer ongelijk kan zijn, doch meest ongeveer vijftien dagen duurt, wordt zij na herhaalde overenting van konijn op konijn hoe langer hoe korter, na twintig tot vijf en twintig passages acht dagen, na nog een vijf en twintig passages zeven dagen om dan nagenoeg onveranderd te blijven. Het virus is dan voor konijnen op zijn hoogste sterkte gekomen.

Met het ruggemerg van dergelijke aan dolheid gestorven konijnen deed PASTEUR nu wat hij vroeger met cultures van bekende bacteriën in bouillon gedaan had: hij onderzocht de verandering, die hun virulentie ondergaat bij het bewaren aan de lucht. Daartoe moesten de stukken ruggemerg onder zoodanige voorzorgen uit het lichaam genomen worden dat zij zonder bederf konden bewaard worden, dus met de volle nauwkeurigheid eener aseptische operatie. Het bleek nu dat, als de stukjes ruggemerg met vrije toetreding van zuurstof in goed gedroogde lucht werden opgehangen, bij voorbeeld in flesschen boven potasch, hun virulentie in eenige dagen sterk verminderde.

Door dus reeksen van ruggemergen te maken, die telkens een dag langer waren bewaard, verkreeg hij tevens reeksen van afnemende virulentie. Werden nu honden ingespoten met het zwakste ruggemerg, verdeeld in wat water, dan konden zij een dag later een inspuiting verdragen met een sterker ruggemerg en zoo verdroegen zij ten slotte niet alleen de inspuiting van het zeer virulente ruggemerg van pas gestorven konijnen, maar zelfs de anders onfeilbare inenting hiermede onder het schedeldak, en a fortiori ook den beet van een anderen dollen hond, daar het virus, zooals het bij honden voorkomt, immers minder krachtig is dan dat, hetwelk door konijnen is gegaan.

Een zeer belangrijke stap viel nog te doen. De aldus uitgewerkte

methode van vaccinatie was in staat honden, wellicht ook menschen, onvatbaarheid te verleenen voor dolheid. Doch de practijk verlangt geen preventieven maatregel, maar in de eerste plaats een geneesmiddel, aan te wenden na den beet van een dollen hond. Met het oog op het lange incubatietijdperk van dolheid bij menschen en honden, dat tot zes weken en meer kan bedragen, hoopte PASTEUR op de mogelijkheid om nog in dien tijd honden, wellicht ook menschen, de onvatbaarheid voor dolheid bij te brengen, en deed proeven om te trachten, honden eerst met een krachtig virus, en in de eerste dagen daarna met opklimmende reeksen verzwakt vaccin in te spuiten, ten einde hen zodoende onvatbaar te maken, vóór het krachtige virus begon te werken. Inderdaad gaven deze proeven hem het verlangde resultaat, doch betrekkelijk nog vrij onverwacht werd hem de gelegenheid geboden, zijn methode op een mensch te probeeren.

Den 6<sup>den</sup> Juli 1885 werd bij PASTEUR gebracht een kind van negen jaar, JOSEPH MEISTER, uit den Elzass afkomstig, die twee dagen van te voren op veertien plaatsen door een dollen hond zoodanig was gebeten, dat naar het eenstemmig oordeel der geneeskundigen de knaap zou bezwijken. PASTEUR waagde de inspuitingen, den eersten dag twee, met zeer verzwakt ruggemerg, den tweeden dag weer twee, den derden dag een en zoo verder, gedurende tien dagen, telkens met een krachtiger ruggemerg, en den 26<sup>sten</sup> October, drie maanden en drie weken nadat het kind gebeten was, op een tijdstip dus dat de ziekte zich reeds lang had moeten openbaren, kon PASTEUR aan de Académie de mededeeling doen, dat zijn patient geheel gezond was en dus met groote waarschijnlijkheid als gered kon worden beschouwd.

Doch tevens kon hij er bij vermelden dat een tweede, belangrijker geval, sinds een week onder behandeling was; — belangrijker, omdat deze patient eerst bij hem was gekomen zes dagen nadat hij gebeten werd. Het betrof een vijftienjarigen herder uit de Jura, JUPILLE met name, tot wien PASTEUR zich niet alleen uit wetenschappelijke belangstelling voelde aangetrokken maar ook om de wijze waarop hij verwond was geworden. Een sterken, verdachten hond ziende aanvliegen op zes kinderen, had hij zich op het beest geworpen, het op den grond gedrukt, den bek met zijn zweep dichtgebonden, en het met zijn klomp doodgeslagen, alles niet zonder aan beide handen ernstige wonden te bekomen. Dat de hond dol was geweest, werd door onderzoek vastgesteld.

Welnu, ook de behandeling van dit tweede, ernstige geval slaagde

volkomen. JUPILLE leeft nog, en is bediende in het Institut-PASTEUR. Voor den ingang dezer grootsche stichting stelt een beeldgroep, waartoe hij als model heeft gediend, een knaap voor, die een dollen hond met zijn klomp doodslaait, en onder dit beeld zal PASTEUR zijn laatste rustplaats vinden.

De mededeelingen van PASTEUR in die gedenkwaardige Académie-zitting van den 26<sup>sten</sup> October 1885 verwekten een storm van enthousiasme. Reeds terstond wees VULPIAN op de noodzakelijkheid om een inrichting te stichten waar door dollen honden gebeten patienten konden behandeld worden. Immers de geheel eigenaardige behandelingswijze, de noodzakelijkheid om steeds seriën konijnen in voorraad te hebben, die het noodige inentingsmateriaal moeten opleveren, maakte de organisatie van een »service de traitement de la rage'' als onderdeel van een gewoon hospitaal onmogelijk. Nog niet dadelijk liet PASTEUR zich over dit punt uit. Maar de toevloed van zieken naar zijn laboratorium in de Ecole normale werd zoo groot, dat hij den 1<sup>sten</sup> Maart 1886 reeds kon mededeelen dat 350 zieken waren ingeënt, waaronder slechts één doode, die dan ook zeven en dertig dagen na gebeten te zijn in behandeling was gekomen, en zijn mededeeling besloot met de eenvoudige woorden: »la prophylaxie de la rage après morsure est fondée. Il y a lieu de créer un établissement vaccinal contre la rage.'' Een week later constitueerde zich de commissie voor de oprichting van het Institut-PASTEUR, waarvoor de gelden uit alle landen toestroomden. De zwaar van Rusland, de keizer van Brazilië, gingen voor, tal van vermogende Franschen volgden met groote sommen, honderden kleinere bijdragen kwamen in, en zoo werd er in korten tijd een kapitaal van meer dan twee en een half millioen francs bijeengebracht, waaruit niet alleen het instituut kon worden gebouwd, doch ook van de noodige fondsen voor zijn geregelde dienst kon worden voorzien. Den 14<sup>den</sup> November 1888 werd de inrichting geopend, die niet alleen aan de behandeling der hondsdolheid gewijd is doch buitendien een laboratorium voor de studie der microbiologie in hare ruimste opvatting beoogt te wezen.

Doch voordat het zoover was stroomden de zieken van alle kanten toe. Reeds den 12<sup>en</sup> April 1886 had PASTEUR 726 patienten gehad, waarvan slechts 505 uit Frankrijk, den 31<sup>en</sup> October was dit getal tot 2490 geklommen, waarvan 1726 Franschen. Onder de vreemdelingen bevonden zich zeer veel Russen, meerendeels gebeten door dollen wolven, en het is wel aan de gevaarlijkheid en het vaak voor-



komen van zulke wolven in Rusland toe te schrijven dat de behandelingswijze van PASTEUR ook daar met zooveel belangstelling werd ontvangen.

Rusland was een der eerste landen, die, op voorbeeld van het Institut-PASTEUR, in Odessa, in St. Petersburg, in Moscou, inrichtingen ter bestrijding der dolheid organiseerden, en sedert zijn er in alle streken van de wereld soortgelijke stichtingen, schoon op kleiner schaal, verzezen.

Intusschen hadden de intensieve werkzaamheid en de krachtige emoties van het jaar '86 PASTEUR zoodanig aangegrepen, dat hij zich uit het actieve leven moest terugtrekken. Wel zien wij hem nog deelnemen aan de werkzaamheden der Académie, die hem tot *Sécrétaire perpétuel* benoemde. Wel verscheen nog van zijn hand het voorstel om schadelijke diersoorten te bestrijden door kunstmatige verspreiding van infectieziekten onder hen. Nog trachtte hij door proeven in het klein de mogelijkheid aan te toonen om de landbouw in Australië, die door massa's konijnen in gevaar werd gebracht, langs dezen weg te redden. Maar grootere onderzoekingen zijn niet meer door hem gepubliceerd, en de opening van het Institut-PASTEUR is te beschouwen als de roemrijke afsluiting van een wetenschappelijken loopbaan gelijk er wellicht geen tweede valt aan te wijzen.

Want dit is het groote in PASTEURS werk geweest, dat al zijn onderzoekingen niet alleen belangrijk waren om hunne uitkomsten, maar voor alles om hun beginsel en om hun methode. Daardoor heeft hij school gemaakt, ook bij honderden, die nooit met hem in aanraking zijn gekomen, en wist hij, ter ruste gaande, dat zijn werk zou worden voortgezet. De *Annales de l'Institut Pasteur* zijn daar om te bewijzen dat de traditiën van den meester heilig worden bewaard door hen, die het onwaardeerbaar voorrecht hebben meer in engeren zin zijn leerlingen en medewerkers te mogen heeten.

Er is een woord van VERDET dat PASTEUR als student betrof, en volkomen den indruk teekent, dien hij reeds toen op zijne vertrouwdeden maakte. »PASTEUR”, zoo liet deze zich in 1847 uit, »ne connaît pas les limites de la science, il aime les problèmes insolubles”. De vragen, waarop het antwoord toen scheen buiten het bereik der menschelijke kennis, heeft hij opgelost, en zijn genie heeft de grenzen der wetenschap verlegd.

---