

### A propos de Pasteur (1822-1895)

Au soir de sa vie, Jean-Baptiste Biot accueillait dans la joie un jeune normalien venu lui faire part de ses recherches. « Mon cher enfant, confiait-il à son visiteur, j'ai tant aimé les sciences que cela me fait battre le cœur. » L'« enfant » était Louis Pasteur, né à Dôle le 27 décembre 1822, frais émoulu de l'École de la rue d'Ulm où il avait reçu l'enseignement pratique de Jérôme Balard, l'homme du brome.

L'émotion de Biot se justifiait. Ayant observé que la térébenthine déviait la lumière polarisée, et que ce singulier phénomène se retrouvait chez les sucres, dans plusieurs essences ou dans les solutions de quelques acides organiques, l'éminent physicien avait annoncé que le « pouvoir rotatoire » représentait désormais pour diverses matières une constante significative. Or, ce fait important avait été jusque là négligé. « Les chimistes ne sont que des cuisiniers, bougonnait l'auteur de la découverte. Ils ne savent pas tirer parti de l'admirable instrument que je leur ai mis entre les mains. »

Après quelque trente ans d'attente, il y avait enfin du nouveau, semblait-il, avec ce Louis Pasteur sortant de l'ombre et ayant présenté pour seconde thèse, en 1847, une étude sur la polarisation des liquides. Il avait engagé à cette date, sur les acides tartriques, un examen cristallographique qui n'avait été interrompu, lors des événements de 48, que par un court séjour dans la garde nationale. Le travail repris, Pasteur n'avait pas tardé à voir que les cristaux tartriques présentaient sur la moitié de leurs arêtes des facettes non superposables devant une glace. Ce fait ne traduisait-il pas une absence de symétrie dans la répartition des atomes ? Ainsi s'expliquerait peut-être la déviation lumineuse observée par Biot.

Les choses n'étaient pas aussi simples. D'autres cristaux, les *para*-tartriques, que Biot avait trouvés inactifs sur la polarisation, offraient la même dissymétrie cristalline. Mais fait plus singulier, leurs demi-faces s'inclinaient, pour un même observateur, tantôt à droite, tantôt à gauche. Le tri patient et manuel de ces deux variétés révélait que chacune déviait de façon inverse la lumière, tandis que leur mélange à parties égales donnait les solutions inactives de Biot. En bref, l'acide paratartrique était « dédoublable », et de ses deux composantes la droite n'était autre que l'acide

tartrique du raisin. A soixante-quatorze ans, Biot avait suivi dans l'émotion cette série d'expériences, après avoir pris soin de les contrôler.

De telles observations allaient d'un seul coup distancer et briser les controverses qui avaient tant duré sur la réalité d'un agencement atomique. Bientôt, en effet, l'attention de Pasteur se fixait sur un autre acide tartrique, dit *racémique* et inactif sur la lumière polarisée, qu'un fabricant d'Alsace avait incidemment obtenu trente ans plus tôt. On en avait depuis lors perdu la trace lorsque le corps réapparaissait en Saxe, vers 1852, sans que sa source exacte fût repérée ni qu'une enquête remontant aux usines de tartres bruts, à Venise ou à Trieste, en eût fourni l'explication. Le 24 mai 1853, la poste transmettait de Strasbourg le télégramme suivant : « Monsieur Biot, Collège de France. Je transforme l'acide tartrique en acide racémique. Pasteur. » Une lettre confirmait le résultat. «... Voilà donc ce fameux racémique, que j'ai été chercher jusqu'à Vienne, préparé artificiellement à partir de l'acide tartrique. J'ai cru longtemps cette transformation impossible... » Biot répondait le 2 juin. « Je vous félicite. Votre découverte est maintenant complète. » Que s'était-il passé ? Pasteur avait chauffé durant plusieurs heures, à température élevée (170°), un sel d'acide tartrique actif \*. L'acide racémique s'était alors formé.

Il se devait, dès cet instant, que la dissymétrie moléculaire devint le centre de réflexions étendues. « La vie, écrit Pasteur, doit être fonction de la dissymétrie ou des conséquences qu'elle entraîne. L'univers est dissymétrique, car on placerait devant une glace l'ensemble des corps composant le système solaire que l'on aurait une image non superposable à la réalité. Le mouvement même de la lumière solaire est dissymétrique. Je pressens que toutes les espèces vivantes sont primordialement, dans leur structure, dans leurs formes extérieures, des fonctions de la dissymétrie cosmique. »

Ainsi, l'intuition géniale et les recherches de Pasteur affirmaient-elles pour la première fois une anatomie rigide dans l'architecture moléculaire. Il serait désormais permis de parler de positions atomiques dans l'espace, d'envisager que ces positions soient commandées par des considérations géométriques. Aujourd'hui même nous percevons plus clairement encore le sens et la valeur de ces données si l'on remarque leur indépendance devant toute hypothèse sur l'organisation de la matière, leur liberté à l'égard de toute théorie de détail. Sans le principe qui venait d'en être le fruit, on ne pouvait ni atteindre ni exploiter les données à venir, à une époque où déjà la simple réalité des molécules était l'objet de discussions. Sans la loi fondamentale qu'il avait énoncée, Pasteur n'aurait pu, de proche en proche et par la profondeur de ses vues, dominer progressivement de ses conceptions la biologie tout entière.

\* \* \*

Il serait hors de propos, dans ce dernier domaine, de vouloir résumer ici l'œuvre incomparable de Pasteur, dont chacun connaît d'ailleurs les lignes essentielles.

Après avoir été professeur suppléant de chimie à la Faculté de Strasbourg, le jeune normalien était devenu en 1854, à 32 ans, doyen de la Faculté des sciences de Lille. Cette fonction allait le conduire à diriger ses

études vers les fermentations, dans une région où régnaient les notions les plus étranges sur les « ferments ». Si ses travaux à cet égard sont devenus depuis longtemps classiques, sans doute connaît-on moins certaines de leurs vicissitudes, qui intéressent pourtant au premier chef l'histoire des sciences.

Après une première série de recherches sur la fermentation lactique, dont il avait communiqué les résultats, par gratitude, à la Société des Sciences de Lille, Pasteur apprenait que l'École normale traversait des moments difficiles. « A mon avis, écrivait-il, elle n'est plus que l'ombre d'elle-même. » Il estima donc devoir quitter Lille et accepter rue d'Ulm la direction des études scientifiques malgré l'extrême indigence des moyens dont il allait disposer \*.

Il avait déjà engagé une étude saisissante sur la fermentation alcoolique et abordé le problème majeur des générations spontanées, il était même depuis quelques mois membre de l'Académie des sciences, dans la section de minéralogie, lorsque le bruit courut, en 1863, de la création d'une seconde chaire de chimie au Collège de France. On chuchotait ci et là que son titulaire serait Berthelot. Après avoir hésité, Pasteur protesta devant l'Académie : « Pourquoi donc ceux qui croiraient avoir des titres ne pourraient-ils pas être admis à les faire valoir ? Et ceux-là surtout qui, ainsi que moi, attendent depuis six ans sans impatience que nos maîtres nous laissent la carrière ouverte dans l'enseignement ? Ma conclusion est celle-ci : le jour où une chaire de chimie organique sera créée, si j'en ai la liberté — et cette liberté je la réclamerai instamment comme un droit —, je me porterai candidat... »

Le décret portant simple création de cours fut signé le 24 décembre. Il apportait la nomination de Berthelot, qui avait alors 36 ans. Mais ceux-là même qui apprirent la nouvelle avec amertume ne furent-ils pas vite rassurés par le génie d'un Pasteur restant épris de biologie, plutôt que d'une chimie organique déjà généreusement servie ?

Treize ans plus tard, Pasteur et Berthelot allaient engager, devant la tribune de l'Académie, la longue et douloureuse « querelle des fermentations », qui devait faire l'objet d'une suite de notes publiées pendant trente mois aux *Comptes rendus*, depuis le 3 juillet 1876 jusqu'au 20 janvier 1879. A la suite d'une première communication de Pasteur et Joubert sur la fermentation de l'urine (1876, t. 83, p. 5-8), Berthelot (p. 8-9) avait fait remarquer qu'il y avait lieu de distinguer « le rôle des êtres microscopiques, qui secrètent les ferments, et celui des ferments eux-mêmes ». Pasteur (p. 10) avait cependant maintenu son affirmation quant à un « organisme-ferment ». Ce fut alors que la controverse se développa, dans des circonstances qui méritent d'être rappelées.

Le 20 juillet 1878, la *Revue scientifique* consacrait l'un de ses articles aux dernières expériences de Claude Bernard. Elle rappelait en la circonstance que lorsque l'illustre physiologiste était mort, son génie était dans toute sa force et son esprit n'apparaissait en rien diminué. La preuve en était bien dans les ultimes recherches qu'il avait engagées sur la fermentation alcoolique. Dans ce domaine demeuré pour lui toujours mystérieux, Bernard avait annoncé à ses amis et ses élèves qu'il croyait avoir fait des découvertes

\* Deux pièces de grenier, sans même l'aide d'un garçon de laboratoire.

\* Le sel de cinchonine.

Université  
de France.

École Normale Supérieure.

Paris, le 15 mai

1869



Monsieur le Directeur,

Depuis six ans je m'occupe de recherches expérimentales sur les fermentations. Vous connaissez ces travaux, que vous avez souvent encouragés, et dont les premiers résultats ont reçu la haute approbation de l'Académie des sciences qui les a récompensés par deux de ses grands prix. Tout récemment ils ont eu l'heureuse fortune d'attirer l'attention de l'Empereur qui en désire la continuation et l'extension.

Cette faveur inespérée m'impose des devoirs auxquels je voudrais ne pas faillir. Pour y satisfaire dans la mesure de mes forces, j'aurais besoin d'obtenir un agrandissement, très modeste toutefois, de mon laboratoire. Vous savez, Monsieur le Directeur, que ce laboratoire se compose de quatre cabinets, chacun de dimension fort restreinte, si réduit encore par les appareils d'expériences, qu'il faut y marcher avec précautions pour ne pas se heurter de tous côtés à ces appareils. L'insuffisance de ces cabinets m'oblige en outre à l'emploi d'ustensiles de très petit volume, ce qui gêne beaucoup le cours des travaux que je poursuis en ce moment. J'en ai pas besoin d'insister, Monsieur le Directeur. Dans les visites que vous aimez à rendre aux objets de mes études, vous avez été souvent le témoin de ces embarras. Voici dès lors ce que j'ai demandé.

A Monsieur Nisard Inspecteur général de l'Enseignement supérieur, chargé de la haute direction de l'École Normale

susceptibles de modifier profondément les théories régnantes. « Cela est dans ma tête, avait-il dit à d'Arsonval, son préparateur, mais je suis trop fatigué pour vous l'expliquer. » A la vérité, il était rare que le savant écrivît par le détail ses résultats avant d'être parvenu à des conclusions complètes. Tout portait donc à regarder les travaux en cours comme définitivement perdus lorsque d'Arsonval retrouvait avec chance le précieux cahier d'observations auquel Bernard se référait.

« Ce sont là, écrivait alors la Revue scientifique, des notes de laboratoire relatant sous une forme sommaire les essais exécutés dans la propriété de Saint-Julien, près Villefranche, à l'époque des vendanges. Les résultats en sont présentés d'une façon trop abrégée pour constituer une démonstration rigoureuse, pas plus que ne le font en général les notes des inventeurs; une portion de leurs vues et de leurs travaux, souvent la plus décisive, demeurant réservée dans leur esprit jusqu'au jour de la rédaction finale. Ces brèves indications offrent un intérêt spécial parce qu'elles sont accompagnées de ces réflexions personnelles que tout savant original s'adresse à lui-même, à titre de commentaire provisoire de ses observations présentes. Claude Bernard avait poursuivi ses expériences au Collège de France pendant les mois de novembre et de décembre, mais aucune note relative à ces dernières recherches n'a pu être retrouvée. Tout ce que nous savons, c'est que ses déclarations, quelques jours avant sa mort, étaient tout à fait conformes aux affirmations générales des notes retrouvées. Dans cet état des choses, plusieurs amis et élèves ont pensé qu'il y avait intérêt pour la science à conserver la trace des dernières préoccupations de ce grand esprit, quelque incomplète qu'elle nous ait été laissée. On y verra comment il entendait attaquer le problème et par quelles voies il espérait en atteindre la solution. »

Ce préambule portait la signature de Berthelot. Venaient à la suite les documents retrouvés en octobre 1877 dans la maison de campagne de Saint-Julien. Lors de son dernier séjour, Claude Bernard n'avait-il pas confié aux fidèles disciples venus le voir, à Paul Bert, à Dastre : « Ah ! Pasteur n'a qu'à bien se tenir... Pasteur n'a vu qu'un côté de la question : la formation de l'alcool est indépendante de toute cellule, l'alcool se forme par un ferment soluble, en dehors de la vie... »

Le 22 juillet, Pasteur faisait connaître sans retard son point de vue (C.R., 1878, t. 87, p. 125-128).

« L'intérêt que j'ai pris à ces Notes, écrit-il, ai-je besoin d'en parler puisqu'elles portent sur un sujet qui m'occupe depuis plus de vingt années et qu'elles sont de Claude Bernard ! Je dois avouer, toutefois, que cet intérêt n'a pas été pour moi sans un mélange de grande surprise. De la première ligne à la dernière, en effet, elles ont pour objet le contrôle de faits et de conclusions que j'ai souvent produits devant cette Académie, et les vingt dernières lignes sont la condamnation absolue, sans restriction aucune, de mes vues au sujet de la fermentation, en général, et de la fermentation alcoolique en particulier... Ma surprise s'est accrue lorsque j'ai remarqué que toutes ces notes ont été écrites du 1<sup>er</sup> au 20 octobre dernier, que Claude Bernard a passé le mois de novembre et le mois de décembre parmi nous, assistant très bien portant à nos séances, assis à ma droite vous le savez. Or, il ne m'a pas dit un seul mot de ses nouvelles expériences. N'est-il pas étrange que lui, si franc, si ouvert, si porté vers la libre discussion, qui n'a cessé de me témoigner

la plus bienveillante affection, qui chaque semaine pour ainsi dire causait avec moi à cette place sur la fermentation, ait eu par devers lui des preuves convaincantes que j'étais entièrement dans l'erreur et qu'il me l'eût caché sans y faire la moindre allusion ? Cela ne me paraît pas possible : aussi je me demande comment les éditeurs de ces Notes n'ont pas trouvé que c'est chose fort délicate de prendre sur soi, sans y être formellement autorisé par l'auteur, de mettre au jour des notes et des cahiers d'études. Qui d'entre nous ne serait ému à la pensée qu'on agira de même à son égard... ? Contrairement à l'assertion de M. Berthelot, je suis porté à croire que Cl. Bernard n'a fait que s'essayer sur le sujet de la fermentation... Si malgré tout on voulait faire de ces Notes une sorte de manifeste contre mes travaux..., je dirais franchement que Bernard s'est trompé... »

Au cours de cette séance du 22 juillet (pp. 128-129) Berthelot se contente de reproduire son avant-propos de la Revue scientifique. Le lundi suivant, après que Berthelot eut déposé sur le bureau de l'Académie le manuscrit de Cl. Bernard, Pasteur (pp. 185-188) cite et met en cause des divergences entre ce document et la reproduction qu'en a faite la Revue scientifique. « J'aurais désiré, dit-il, que la publication eût été très fidèle, que de plus elle eût été suivie d'un commentaire expérimental de la part de ses éditeurs... Je dirai en terminant que je suis toujours résolu à répéter les expériences de Cl. Bernard... » Berthelot (pp. 188-189) se plaît à féliciter Pasteur de cette intention, dont le résultat pourrait bien être, écrit-il, « que la fermentation alcoolique soit, comme la plupart des autres, ramenée à des actes purement chimiques. »

La polémique se poursuit le 25 novembre (C.R., 1878, 87, 813-819), par une nouvelle critique de Pasteur (p. 813) à l'égard d'un manuscrit « qui est une des révélations les plus curieuses qui se puissent voir de l'influence d'un système défectueux sur l'esprit même le plus juste... C'est ma conviction, écrit-il, que si M. Berthelot n'avait pas été prévenu par des idées préconçues, il n'eût pas publié dans la forme où il l'a fait le travail de l'illustre physiologiste. » Suit la réfutation des essais de Cl. Bernard, engagée expérimentalement par Pasteur dès le 4 août, après que de nouvelles serres aient été construites et achevées spécialement pour ce contrôle. « La question du ferment soluble est donc jugée, conclut Pasteur; ce ferment n'existe pas, là où Bernard a cru le découvrir... La gloire de notre illustre confrère ne saurait en être diminuée. »

C'est maintenant à Berthelot d'affirmer, le 16 décembre (pp. 949-952), qu'en publiant les Notes de Bernard c'est non point « pour ouvrir une polémique, mais signaler une nouvelle voie de recherches. Au surplus, il regrette que les nouvelles expériences de Pasteur n'aient pas eu pour but de découvrir le ferment soluble entrevu par Bernard, plutôt que de décrire une fois de plus les conditions dans lesquelles la production de ce ferment est insuffisante pour permettre son extraction. « La tendance générale de la science moderne, conclut-il, est de ramener l'étude des fermentations à des explications purement chimiques. »

Une amertume se fait jour au 30 décembre (pp. 1053-1059) lorsque Pasteur écrit : « Peut-être aurais-je pu prévoir que, derrière l'obstacle dressé inopinément contre mes travaux par la publication du manuscrit posthume de Bernard, je trouverais notre confrère M. Berthelot. » Il affirme longuement que les



Pasteur et ses collaborateurs réunis dans la bibliothèque de l'Institut Pasteur. Roux et Calmette sont assis à la droite de Pasteur.  
(Photo H. Roger Viollet)

fermentations proprement dites « doivent être considérées comme liées à des actions de nutrition accomplies en dehors d'oxygène libre », puis il apostrophe son contradicteur avec fermeté : « M. Berthelot peut-il, oui ou non, contredire, non par des vues *a priori*, mais par des faits sérieux ? Si oui, que notre confrère veuille bien le dire, si non, il n'y a pas d'objet de discussion entre nous. » Tel n'est pas le sentiment de Berthelot de vouloir réduire à ce dilemme l'immense problème doctrinal que posent les fermentations. Aussi reprend-il ses arguments le 6 janvier (*C.R.*, 1879, 88, 18-20) en achevant sa Note sur le ton courtois. « Assez de belles découvertes ont fondé la renommée de M. Pasteur pour qu'il puisse renoncer sans dommage à une théorie si peu justifiée par les faits. » Pasteur répond le 13 janvier (pp. 58-61) : « J'ai consacré toutes les vacances dernières au contrôle expérimental et j'en éprouve encore une extrême fatigue. J'ai fait ce qu'aurait dû faire M. Berthelot avant de mettre au jour les Notes de notre cher et regretté confrère. »

Tout au long de sa nouvelle publication du 20 janvier (pp. 103-166), Berthelot maintient cependant « qu'il lui paraît permis d'affirmer qu'en général la vie sans air n'est pas la fermentation, pas plus que la fermentation en général n'est la vie sans air. Il n'existe point de corrélation chimique nécessaire entre ces deux ordres de phénomènes. Cl. Bernard le déclarait et je partage son opinion ». Dans sa troisième réponse, le 27 janvier (pp. 133-137), Pasteur s'irrite en qualifiant son contradicteur d'homme « ondoyant et divers », en blâmant ses appréciations à son

égard pour voir « si elles ne se transformeraient pas dans cette vieille et toujours jeune histoire de la paille et de la poutre », en fustigeant ses hypothèses de ferment. « Ah ! qu'elles donnent peu de peine, écrit-il, qu'elles donnent peu d'efforts... Entre M. Berthelot et moi-même, il y a cette différence qu'à ce genre d'hypothèses jamais je ne fais voir le jour, si ce n'est lorsque j'ai reconnu qu'elles sont vraies et permettent d'aller de l'avant. M. Berthelot, lui, les publie. »

L'apostrophe ne manque pas d'être relevée par Berthelot le 3 février (pp. 197-201), en même temps qu'il affirme ne pas faire plus d'hypothèses que Pasteur lui-même. Soutenant donc l'idée que les assertions de son confrère sont elles aussi sans preuves, il écrit : « Ainsi nous n'avons affaire qu'à de pures imaginations dans toute cette physiologie nouvelle que M. Pasteur déclare aujourd'hui avoir inaugurée, après avoir assuré avec plus de vérité il y a quelques semaines qu'il ne la connaissait nullement. Quoi qu'il en soit, la discussion actuelle me semble épuisée... »

Il n'en est rien, car une quatrième réponse de Pasteur remet tout en cause le 10 février (pp. 255-261). Le style en est encore plus mordant. « En signalant des faits qui ont inauguré une physiologie nouvelle, aurais-je donc fait à l'amour-propre de notre confrère une blessure vive ?... A qui M. Berthelot espère-t-il donner le change sur le sens de mes paroles ?... Je n'ai pas encore compris qu'après la réfutation que j'avais faite de l'écrit posthume de Bernard, écrit qui m'avait si hardiment provoqué, notre confrère quelque peu meurtri

par cette réfutation pût aborder une lutte nouvelle sans autre arme que l'hypothèse, arme proscrite dans le sein de l'Académie des Sciences depuis qu'elle existe... » Pasteur cite alors le jugement déjà prononcé en 1861 sur son œuvre « par l'illustre doyen de l'Institut et de cette Académie : M. Chevreul. » En fait, la discussion s'achève. « Je me hâte de reconnaître avec empressement, conclut Pasteur, qu'il y a un passage de la note de mon savant confrère sur lequel je suis tout à fait de son avis : c'est que la discussion actuelle est épuisée. Bien plus, j'ose dire qu'elle a eu ce caractère avant même de naître. »

A résumer, en effet, cette discussion passionnée, disons qu'un profond malentendu en avait été la cause. Pour Pasteur, la fermentation allait de pair avec la vie de la levure. Pour Claude Bernard et Berthelot, la fermentation n'était qu'un phénomène chimique dû à un catalyseur soluble né de la levure vivante. L'existence d'un tel catalyseur, ainsi entrevu intuitivement, devait être établie vingt ans plus tard, en 1903, par Édouard Buchner. Les travaux de Buchner seraient honorés du prix Nobel de Chimie en 1907.

Est-il besoin de le souligner, la véritable nature de la querelle des fermentations était d'ordre philosophique plutôt qu'expérimental. Aux tendances positivistes, au rationalisme de Berthelot, Pasteur opposait un spiritualisme fervent, une foi intime qui avait pour lui, disait-il, « ce double caractère de s'imposer et d'être incompréhensible. » Ainsi s'explique qu'en dépit de quelques emportements, le débat n'avait jamais cessé de revêtir ces formes du langage qu'appelle toujours, chez

les esprits de haut rang, la recherche ardente d'une vérité. Les traces en étaient bientôt effacées. Berthelot écrivait à Pasteur le 5 novembre 1879 :

*Mon cher Pasteur,*

*Je n'ai pu aller vous faire compliment du mariage de votre fille, mais je ne voudrais pas que vous crûssiez que c'est indifférence ou manque de sympathie. Quelle que puisse être la diversité de nos opinions sur des points isolés de la science, nous poursuivons le même but dans la vie : nous sommes, suivant le vieux proverbe, des rameurs de la même galère. Tenez-moi donc, je vous prie, pour heureux de tous vos bonheurs et pour associé à toutes vos affections.*  
*M. Berthelot.*

Pasteur répondait le même jour :

*Mon cher Berthelot,*

*Je suis fort sensible à votre bon souvenir et aux sentiments que vous m'exprimez pour l'heureux événement de famille que nous avons célébré hier. Les discussions scientifiques que j'ai soutenues ne m'ont jamais suggéré la moindre amertume contre mes adversaires et, en ce qui vous concerne particulièrement, j'ai toujours été animé de la plus sympathique et de la plus profonde estime.*  
*Votre très dévoué et très affectionné confrère et ami,*  
*L. Pasteur.*

**Chemicus**