

La chimie au sein des disciplines scientifiques *Perspective historique**

par Nicole HULIN
Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)
et Centre Alexandre Koyré

RÉSUMÉ

L'organisation des cursus a impliqué des découpages et des choix de couplages disciplinaires qui ont marqué profondément l'enseignement scientifique. La chimie a ainsi été associée à la physique, tout en développant un lien particulier avec la minéralogie. Mais on dénonce aujourd'hui un découpage en disciplines artificiellement cloisonnées et on se propose de faire «ressortir les relations transversales».

Quelques éléments retiendront l'intérêt pour décrire le contexte dans lequel la chimie est enseignée : poids relatif de la chimie au sein des sciences physiques et influence exercée par les chimistes, par exemple. L'importance fondamentale présentée par la formation des maîtres rend tout à fait pertinente l'étude plus spéciale de l'évolution du concours d'agrégation. Enfin, pour cette science expérimentale, la place réservée aux manipulations et épreuves pratiques doit retenir particulièrement l'attention.

Désormais, si l'objectif affirmé de l'enseignement est d'instruire et de cultiver, il est aussi clairement celui de former «le citoyen - consommateur».

LIGNES DE PARTAGE DISCIPLINAIRE

Définir la place des disciplines les unes par rapport aux autres et préciser leurs caractéristiques apparaissent comme un souci particulièrement marqué à la fin du XVIII^e siècle et perdurant dans la première moitié du XIX^e siècle, la chimie étant située aux côtés de la physique et de l'histoire naturelle au sein des sciences d'observation et d'expérience (par opposition aux sciences de déduction). Ainsi, le chimiste FOURCROY¹ précise les différences présentées par la chimie d'une part avec l'histoire naturelle «qui

* Nous remercions M. le professeur Alain GAUDEMER pour son aimable autorisation de faire paraître dans le BUP cet article figurant dans les actes de la Journée disciplinaire sur l'enseignement de la chimie (Bordeaux, 1^{er} avril 1998) du colloque : *Quels savoirs enseigner dans les lycées*. Les annexes, concernant la partie pratique de l'enseignement, ne sont pas reproduites ici ; le lecteur intéressé les trouvera dans les actes mentionnés ci-dessus et publiés par l'université Paris-Sud.

décrit les corps dans leur intégrité» et d'autre part avec la physique «qui ne s'occupe que des corps étendus, soumis à la mesure, calculables dans leur masse, leur surface, leur densité, etc. et qui détermine l'action que les masses exercent les unes sur les autres». Puis A.-F. FOURCROY précise les limites entre physique et chimie en utilisant la notion de destruction (déjà présente dans la distinction chimie - histoire naturelle) :

«C'est parce qu'on détruit les masses pour étudier chimiquement les corps qu'on a dit que le chimiste commençait où finissait le physicien.»

Cette préoccupation de définir le domaine de chaque discipline se retrouve dans les leçons de l'École normale de l'an III, dispensées dans un même contexte et par des savants de même rang². Comme A.-F. FOURCROY, le chimiste BERTHOLLET situe sa discipline au sein de la triade physique - chimie - histoire naturelle en précisant qu'elle s'intéresse à la «classe de phénomènes qui sont dus à l'action interne des molécules des corps», indépendamment de «l'organisation» car alors c'est le domaine de la physique végétale ou animale. De son côté le naturaliste DAUBENTON insiste sur les différences entre la chimie et l'histoire naturelle, expliquant que «le chimiste fait toutes sortes de combinaisons» et qu'au contraire «le naturaliste considère un objet dans son entier, et sans aucun mélange de substance étrangère», et il indique que la «destruction» est le «point de partage» entre les deux disciplines :

«L'objet de l'histoire naturelle est fort différent de celui de la chimie, dans l'état présent de ces deux sciences. Le naturaliste observe les productions de la nature, telles qu'il les aperçoit [...] il ne se propose pas de les décomposer [...] ni de les détruire pour en rechercher les éléments.»

[La] destruction est le point de partage entre l'étude du naturaliste et celle du chimiste.»

Quant à R.-J. HAÛY, chargé des leçons de physique à l'École de l'an III, il précise le domaine de son enseignement en expliquant que la physique a pour objet «les lois qui déterminent les actions réciproques des mêmes corps [si elles] se propagent à des distances plus ou moins considérables» alors que la chimie s'intéresse aux «phénomènes [qui] dépendent d'une action intime que les molécules exercent les unes sur les autres, à des distances presque infiniment petites». Mais, dans son *Traité de cristallographie*³, il reprend la notion de destruction pour caractériser la chimie quand il explique à propos de sa classification fondée sur la notion d'espèce en minéralogie - (une controverse s'était établie avec le chimiste BERTHOLLET) :

«C'est à la cristallographie plutôt qu'à la chimie qu'appartient la distinction des espèces [...] la condition essentielle, qui exige que l'espèce soit représentée, ne peut être remplie que par celle des deux sciences qui nous dépeint les minéraux tels que les a produits la nature, et non celle qui ne nous la fait connaître qu'à l'aide d'une opération dont les résultats ont effacé leurs traits caractéristiques.»⁴

La délimitation des frontières entre disciplines peut aussi être donnée d'une manière très synthétique. Ainsi dans le traité de A. GANOT de 1854, la physique est pré-

sentée comme «l'étude des phénomènes terrestres» (élimination du domaine de l'astronomie) «inorganiques» (définition de la limite avec l'histoire naturelle), «sans modification de leur substance» (différence avec la chimie)⁵.

Si les domaines respectifs des disciplines sont définis avec soin, l'unité de la science et les relations entre sciences connexes sont aussi soulignées. R.-J. HAÛY indique la possibilité que «plusieurs sciences se rencontrent auprès d'une même vérité» ; ainsi la théorie de la chaleur est à la limite, note-t-il, du domaine du physicien et du chimiste. J.-B. DELAMBRE explique d'ailleurs, dans son *Rapport à l'Empereur sur les progrès des sciences* (1808) :

«A mesure que les sciences font des progrès et que leurs limites s'étendent, on voit diminuer l'espace qui les séparait, et la ligne de démarcation devient plus difficile à tracer.»⁶

Dans la vingt-huitième leçon du *Cours de philosophie positive* Auguste COMTE explique de son côté :

«La distinction entre la physique et la chimie est très délicate à constituer avec précision, et sa difficulté augmente de jour en jour par les relations de plus en plus intimes que l'ensemble des découvertes modernes développe continuellement entre les deux sciences.»

Et, le souci de décroisement des disciplines va apparaître, clairement exprimé par J.-B. DUMAS au milieu du XIX^e siècle quand il écrit :

«L'enseignement classique de la science ne sera constitué que lorsqu'il se trouvera dans les collèges des professeurs [...] décidés à maintenir sa continuité par des soudures habiles, et des pénétrations fréquentes de l'une des divisions artificielles de la science dans l'autre.»⁸

Cent cinquante ans plus tard le rapport de Pierre BOURDIEU et François GROS incite «à repenser les divisions en "disciplines", en soumettant à l'examen certains regroupements hérités de l'histoire»⁹.

ORGANISATION DISCIPLINAIRE DU HAUT ENSEIGNEMENT

La place de la chimie se situe donc entre la physique et l'histoire naturelle. Dès l'organisation de l'Université impériale en 1808 (décret du 17 mars) trois spécialités sont distinguées pour les doctorats¹⁰ à savoir sciences mathématiques, sciences physiques, sciences naturelles, marquant la séparation entre sciences de déduction, sciences d'expérience et sciences d'observation. La chimie est ici couplée avec la physique, et plus précisément avec la physique expérimentale puisque la physique mathématique relève des sciences mathématiques. Pour obtenir le doctorat il faut soutenir deux thèses, l'une en physique, l'autre en chimie. Toutefois en 1848 la possibilité est donnée de présenter une seule thèse, physique ou chimie au choix, à la condition de répondre à des questions posées par la Faculté sur celle des deux disciplines non retenue pour la thèse.

Soulignons l'existence de quelques thèses ès sciences chimiques soutenues à la Faculté des sciences de Paris par «plusieurs pharmaciens distingués de la Capitale» avec l'autorisation du grand Maître de l'Université ; pour six candidats entre 1812 et 1824, quatre titres sont décernés.

Cependant la minéralogie garde un lien étroit avec la chimie. Lors de la création en 1809 des premières chaires à la Faculté des sciences de Paris, une chaire de minéralogie (couplée à celle de géologie) est créée au sein des chaires de sciences physiques aux côtés des chaires de physique et de chimie. Les deux premiers titulaires de cette chaire sont René-Just HAÜY et François-Sulpice BEUDANT, tous deux auteurs de traités de physique.

Le rapprochement chimie - minéralogie est confirmé par le règlement du 8 juin 1848 qui indique que «l'épreuve sur la minéralogie sera transportée de la licence ès sciences naturelles à la licence ès sciences physiques» (art. 4)¹¹. Il convient aussi d'ajouter que des thèses de sciences physiques comportent explicitement dans leur titre la mention de ce couplage chimie - minéralogie. Tel est le cas de la thèse de Georges-Vita LECHARTIER en 1864 intitulée «Chimie et minéralogie (Analyse immédiate des minéraux)» et de celle de Paul-Gabriel HAUTEFEUILLE en 1865 intitulée «Chimie et minéralogie (Étude sur la reproduction des métaux titanifères)». Le premier deviendra professeur de chimie, le second professeur de minéralogie. D'ailleurs on peut noter la présence de minéralogistes aux jurys des thèses de sciences physiques : François-Sulpice BEUDANT, puis Gabriel DELAFOSSE et ensuite Paul-Gabriel HAUTEFEUILLE.

La chimie est donc liée à la physique au sein des doctorats, tout en ayant un lien privilégié avec la minéralogie. Cependant l'organisation des cours à la Faculté des sciences de Paris, prévue par le statut du 10 février 1810, fait apparaître un couplage plus étroit avec l'histoire naturelle. En effet deux séries de cours sont distinguées : la série mathématique comprenant le calcul différentiel et intégral, la mécanique, l'astronomie ; la série physique comprenant la chimie et l'histoire naturelle. Ces deux séries de cours ont en commun un cours de physique générale et expérimentale. La physique apparaît ici comme un élément charnière entre les sciences mathématiques et la chimie, cette dernière développant un lien étroit avec l'histoire naturelle. En fait la physique est éclatée en une physique expérimentale liée à la chimie et une physique mathématique intégrée dans les sciences mathématiques. Cette situation apparaît clairement dans les *Rapports à l'Empereur sur les progrès des sciences depuis 1789* (1808) où la physique est présente à la fois dans le rapport de Georges CUVIER sur les sciences naturelles aux côtés de la chimie et dans le rapport de Jean-Baptiste DELAMBRE consacré aux sciences mathématiques.

Lorsqu'en 1896 la licence ès sciences se trouve définie par trois certificats, la liste de ceux-ci pour la Faculté des sciences de Paris place le certificat de physique générale entre les certificats mathématiques et celui de chimie générale, ce dernier étant placé

près de celui de minéralogie en précédant les différents certificats d'histoire naturelle (zoologie, botanique, géologie, physiologie générale)¹². Cette nouvelle organisation permet de diversifier les enseignements et ainsi vont apparaître des certificats de *chimie industrielle* (ou *appliquée*) ou encore de *chimie biologique*.

SPÉCIALISATION ET COUPLAGES DISCIPLINAIRES

Au début du XIX^e siècle la spécialisation n'existe ni dans les études de la section des sciences de l'École normale ni dans le concours d'agrégation des lycées : section indivise de sciences à l'École normale, agrégation unique de sciences. Bientôt apparaît la critique de cette organisation comme en témoigne la lettre d'un régent de mathématiques au journal *Le Lycée* en 1828, suggérant la séparation des sciences physiques et mathématiques à l'agrégation ; en fait ce régent conteste essentiellement l'exigence de connaissances chimiques des futurs enseignants de mathématiques¹³.

Lors des résultats de ce concours unique d'agrégation les juges précisent si le candidat peut être employé indifféremment à l'enseignement des mathématiques et des sciences physiques ou si éventuellement il présente une faiblesse dans une discipline avec, par exemple, un commentaire du type «s'est peu appliqué à la chimie»¹⁴. L'enseignement des mathématiques ayant plus de prestige que celui des sciences physiques les meilleurs éléments optent pour les mathématiques, encouragés d'ailleurs par POISSON, et la qualité de l'enseignement des sciences physiques dans le secondaire, que défend THENARD, en subit le contre-coup.

Une étape vers la spécialisation semble franchie en 1830 avec l'établissement d'un nouveau règlement des études à l'École normale¹⁵. Deux divisions sont alors distinguées en deuxième et troisième années de la section des sciences : la première pour les «sciences mathématiques et physiques» ou division des «mathématiciens et physiciens», la seconde pour les «sciences naturelles» ou division des «chimistes et naturalistes». La première année est commune aux deux divisions et comporte des enseignements de mathématiques, physique et histoire naturelle (botanique). Puis les études de la première division incluent de la chimie et de l'histoire naturelle (minéralogie et géologie) aux côtés des mathématiques et de la physique alors que celles de la seconde division ne contiennent ni mathématiques ni physique et font une large place à l'histoire naturelle. Finalement l'arrêté du 11 novembre 1831 rétablit une section indivise de sciences avec un plan d'études qui reproduit quasiment à l'identique celui de la première division prévue par le règlement de 1830.

Or le règlement de 1830 associait à la définition de deux divisions à l'École normale la distinction de différents concours d'agrégation suivant les spécialités définies. Cette organisation, qui maintenait unies les mathématiques et la physique, était tout à fait dans la ligne défendue par le physico-mathématicien POISSON. Par son abandon physi-

que et chimie ne sont pas séparées et on peut y voir, comme l'explique A.-A. COURNOT, un succès des chimistes dans le jeu des rivalités scientifiques :

«Poisson, tant qu'il a vécu, avait maintenu par sa haute autorité, l'unité du concours d'agrégation pour l'enseignement des mathématiques et de la physique : à sa mort, survenue en 1840, les chimistes l'ont emporté, et l'on a eu deux concours séparés, l'un pour les sciences mathématiques, l'autre pour les sciences physico-chimiques.»¹⁶

Cette volonté des chimistes de garder un lien étroit entre la physique et la chimie est réaffirmée en 1903 lorsque la discussion porte sur l'opportunité de maintenir l'unicité du concours d'entrée à l'École normale. Les chimistes Désiré GERNEZ et Édouard PÉCHARD expliquent qu'il n'est pas bon de séparer les chimistes et les physiciens¹⁷.

En 1840, sous le ministère COUSIN, deux spécialités sont donc distinguées au concours d'agrégation, sciences mathématiques d'une part, sciences physiques et naturelles d'autre part. Victor COUSIN souligne l'intérêt de «la distinction de deux ordres d'agrégation [qui] suscite des vocations spéciales, crée des professeurs plus profondément instruits et capables de donner un enseignement plus solide»¹⁸. Désormais, trois compositions écrites sont prévues - physique, chimie, histoire naturelle - au concours des sciences physiques et naturelles au lieu des deux compositions - physique *ou* chimie, mathématiques - du concours unique de sciences. Parallèlement deux divisions sont créées en troisième année de l'École normale, correspondant aux spécialités retenues pour l'agrégation.

Puis le statut du 27 février 1869 établit une triple spécialisation du concours (sciences mathématiques, sciences physiques, sciences naturelles) en maintenant toutefois une épreuve d'histoire naturelle au sein du concours de sciences physiques. Celle-ci sera supprimée par le statut du 15 août 1885 - le premier concours en sciences naturelles ayant été organisé en 1881.

Mais l'évolution du concours n'est pas linéaire comme pourrait le laisser penser le seul énoncé des dates 1840 et 1869. En effet au début du Second Empire s'effectue un retour à une agrégation unique de sciences (décret du 18 avril 1852). Les épreuves préparatoires comprennent alors trois compositions : mathématiques, physique et chimie, histoire naturelle. Ce concours unique est critiqué. A. BRONGNIART, dans le rapport¹⁹ qu'il établit sur le concours 1855 dont il préside le jury, propose des modifications ne nécessitant pas de renoncer à l'unité du concours. Il suggère de conserver au sein des épreuves préparatoires trois compositions, comprenant les mathématiques, la physique et l'histoire naturelle, pour s'assurer d'une généralité des connaissances scientifiques avec des questions élémentaires. Ensuite il envisage l'établissement d'épreuves spéciales, en rapport avec la nature des deux enseignements de sciences mathématiques et de sciences physiques et constituées d'épreuves pratiques et de leçons. Certaines épreuves se trouveraient placées dans les deux catégories, explique-t-il, «telle serait à mes yeux,

la physique qui devrait faire partie des sciences mathématiques comme des sciences physiques», mais «la chimie, l'histoire naturelle pourraient rester étrangères au professeur de mathématiques» qui pourra alors consacrer du temps «à approfondir des sciences connexes». Par contre :

«La physique, la chimie, l'histoire naturelle, sont intimement liées ; tous les jours ces sciences se prêtent un mutuel appui et s'éclairent l'une l'autre, et obliger les jeunes professeurs des lycées à les étudier simultanément c'est rendre service à eux et à la science.»

Finalement le décret du 17 juillet 1858 rétablit la double spécialisation du concours que Louis Pasteur réclamait.

En même temps qu'il établit la triple spécialisation en 1869, Victor DURUY introduit au sein des épreuves préparatoires une composition dont le sujet concerne les méthodes et l'histoire²⁰ de la discipline concernée. Bien qu'en sciences physiques il soit bien précisé «physique et chimie» les sujets posés de 1869 à 1885 ont pour objet l'histoire des découvertes, des recherches ou des méthodes employées *en physique* seulement ; en 1885 l'épreuve est supprimée et la composition posé sur un sujet de licence qui figure dans les épreuves définitives, porte alors sur un programme - défini chaque année - pouvant inclure une référence à des mémoires originaux. Ainsi en 1895 est proposé un sujet de nature historique traitant des travaux sur les halogènes :

Programme

«Étude historique et critique des travaux qui ont conduit à découvrir le chlore, le brome, l'iode et le fluor, à caractériser ces corps comme éléments et à fixer la nature des substances actuellement désignées sous le nom d'hydracides.»

Est jointe une liste de mémoires à consulter, où figurent les noms d'Ampère, Balard, Davy, Gay-Lussac, Thenard, etc.

Sujet

«Quelle idée Gay-Lussac et Thenard se faisaient-ils des corps que nous appelons maintenant acide chlorhydrique et chlore ? Rappeler brièvement les principaux faits sur lesquels ils appuyaient leur manière de voir. Montrer comment ces faits s'interprètent plus simplement en considérant le chlore comme un corps simple. Indiquer quel était le postulatum fondamental qui les empêchait d'admettre cette dernière hypothèse.»

Tout ce que nous venons de dire concerne le seul concours masculin d'agrégation, l'agrégation féminine ayant été créée en 1884. C'est le XX^e siècle qui rapprochera les deux types de concours en les maintenant distincts avant de les identifier et de les fusionner (1974).

En 1959 pour les hommes, l'année suivante pour les femmes une étape de plus est franchie dans la voie de la spécialisation avec l'établissement de deux options à l'agrégation de sciences physiques : l'option physique et l'option chimie. La spécialisation s'accroît nettement avec l'arrêté du 27 février 1964 qui supprime le montage de chimie (resp. physique) pour les candidats de l'option physique (resp. chimie).

POIDS DE LA CHIMIE - INFLUENCE DES CHIMISTES

La chimie est donc couplée avec la physique au sein du concours d'agrégation et la connaissance des coefficients affectés aux diverses épreuves permet de juger du poids relatif de la discipline. Les arrêtés des 16 et 19 janvier 1897 vont préciser les différents coefficients, que le jury déterminait au cours du XIX^e siècle : en 1858 le jury adopte, pour les compositions des épreuves préparatoires, le coefficient 2 pour la chimie comme pour l'histoire naturelle et le coefficient 3 pour la physique ; en 1863, la chimie, toujours à égalité avec l'histoire naturelle, est affectée du coefficient 0,5 alors que la physique a le coefficient 1. Il est intéressant de suivre l'évolution du poids relatif de la chimie au concours avec l'introduction des options en comparant les coefficients fixés par l'arrêté du 18 juin 1904 à ceux des arrêtés du 31 juillet 1958 et du 27 février 1964 :

	1904	1958	1958	1964	1964
		<i>Option physique</i>	<i>Option chimie</i>	<i>Option physique</i>	<i>Option chimie</i>
Écrit	0,38	0,3	0,7	0,2	0,8
Oral	0,5	0,5	0,5	0,28	0,72
Total	0,44	0,4	0,6	0,25	0,75

Tableau 1

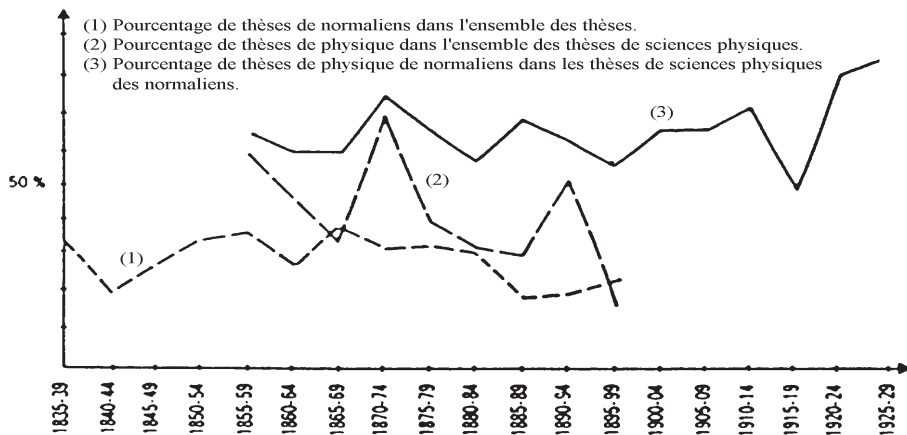


Figure 1 : Thèses des normaliens.

Répartition des thèses de sciences physiques entre chimie et physique sur le diagramme sont portés les % de thèses de physique (cf. *op. cit.* in n. 15, p. 331)

Au niveau des doctorats ès sciences physiques²¹, grâce au choix possible entre la physique et la chimie pour la soutenance d'une thèse unique à partir de 1848, on peut évaluer le poids relatif de ces deux disciplines (cf. courbe de la figure 1). Sur ce point

on trouve un comportement particulier des normaliens. D'une part, ils choisissent très rapidement la spécialisation. D'autre part, dans cette population le nombre de thèses de physique est supérieur à celui des thèses de chimie, sans discontinuer de 1855 à 1929 (date à laquelle nous avons borné notre étude) ; cette orientation vers la physique est plus forte dans les thèses des normaliens que dans l'ensemble des thèses ; à titre indicatif, entre 1890 et 1899, les thèses de physique dues aux normaliens représentent la moitié de l'ensemble des thèses de physique alors qu'elles ne représentent que le quart de l'ensemble des thèses de sciences physiques.

La chimie, par ses applications, prend rapidement une importance particulière. Insistant sur l'utilité de l'enseignement des sciences, lors de la discussion à la Chambre des députés d'un projet de loi sur l'Instruction publique, ARAGO en 1837 explique qu'il est indiscutable :

«que la chimie enrichisse la médecine de médicaments simples, toujours semblables à eux-mêmes, et qui doivent donner à l'art de guérir une marche plus assurée ; qu'elle manipule les produits de notre industrie agricole pour les transformer en substances alimentaires ou manufacturières qui ont été refusées à nos climats.»

De ceci résulte une conséquence que LIBRI souligne en 1840 dans la *Revue des Deux Mondes*²² :

«Si la chimie est la science que l'on cultive actuellement avec le plus d'ardeur et de succès parmi nous, la physique ne se trouve pas dans un état aussi prospère [il faut] ramener à l'étude des grandes lois de la nature ces esprits ingénieux qui maintenant ne semblent prendre intérêt qu'aux phénomènes particuliers de la chimie organique. Le champ est vaste et permet de riches moissons. Malheureusement, la physique ne mène pas, comme la chimie, à la fortune.»

D'ailleurs écrit Paul WALDEN²³ :

«Les succès de la chimie organique, eurent pour conséquence un certain abandon pendant la première moitié du XIX^e siècle des relations qui s'étaient établies entre la physique et la chimie c'est-à-dire de l'application aux problèmes de la chimie des façons de penser des physiciens».

La composition des jurys de thèses permet d'estimer l'influence relative des physiciens et des chimistes ainsi que la permanence de l'influence de certains savants. Une étude, menée sur la période 1830-1850, montre que dans la première décennie il y a une domination croissante des physiciens et qu'à partir de 1840 la tendance s'inverse. En ce qui concerne les chimistes trois personnalités viennent au premier plan : THENARD, DUMAS, BALARD. THENARD a une forte influence entre 1830 et 1833, BALARD apparaît de manière assez sporadique à partir de 1838, mais surtout on note la présence de plus en plus importante de DUMAS au cours des deux décennies 1830-1850 et quasi systématique dans la deuxième. Les noms des rapporteurs donnent aussi des indications sur la place des savants dans la communauté scientifique. De 1856 à 1861 les rapports sont de

DUMAS pour la chimie. Puis il existe une diversification plus grande des auteurs de rapports : domination de BALARD de 1862 à 1867 avec encore quelques apparitions de DUMAS.

Tout ceci concerne les seules thèses masculines. La première thèse féminine de sciences physiques est celle de Marie CURIE en 1903. Sur les trente-et-une thèses soutenues par des femmes entre 1888 et 1920, vingt-cinq ont pour objet les sciences naturelles, cinq les sciences physiques (quasi exclusivement dans le domaine de la chimie) et une les sciences mathématiques²⁴.

Le rôle de l'École pratique des Hautes Études, créée sous le ministère DURUY, dans le développement de la science française mériterait une étude particulière ; toutefois deux remarques immédiates²⁵ peuvent être faites : d'une part, entre 1869 et 1889 la présidence de la section de physico-chimie est assurée sans discontinuer par un chimiste (BALARD jusqu'en 1875, puis après une vacance d'un an BERTHELOT) ; d'autre part, la section comporte une proportion écrasante de directeurs de laboratoire chimistes (le pourcentage de physiciens oscille entre 12,5 % - année 1878 - et 30 % - années 1886 et 1889). Par leur influence, les chimistes ont certainement imposé alors leurs conceptions sur l'orientation de la physique et, par conséquent, sur la formation des physiciens français.

Les chimistes ont d'ailleurs exercé au XIX^e siècle une influence notable sur l'enseignement. A.- F. FOURCROY est intervenu dans l'organisation de l'Instruction publique en France sous le Consulat en 1802. La réforme de la «bifurcation des études», établie sous le Second Empire par le ministre FORTOUL, s'inspire directement d'un projet émanant de J.-B. DUMAS qui va rédiger l'ensemble des instructions concernant les sciences physiques. Les rapports adressés par L. PASTEUR au ministre ROULAND (successeur de FORTOUL) sur l'organisation de l'agrégation et des études à l'École normale sont très rapidement suivis d'effets. L'influence qu'a exercé M. BERTHELOT est indiscutable ; par ses positions antiatomistes il a marqué profondément l'enseignement français. Au tournant des XIX^e et XX^e siècles la situation évolue, la domination des chimistes sur l'organisation de l'enseignement des sciences physiques disparaît. La commission de révision des programmes de sciences physiques pour la réforme de 1902 comprend, outre deux inspecteurs généraux, six enseignants du supérieur dont deux chimistes, Albin HALLER et Édouard PÉCHARD ; les membres de cette commission, à l'exception de Albin HALLER, sont d'ailleurs des normaliens. La Commission Lagarrigue constituée en 1971 sera beaucoup plus large avec ses cinquante-deux membres, plus diversifiée et comprendra des représentants des différents ordres d'enseignement.

CHIMIE, SCIENCE EXPÉRIMENTALE

Souhaitant vivement le développement de l'enseignement des sciences dans l'enseignement secondaire, le chimiste J.-B. DUMAS présente²⁶ en 1847 un projet et dans

une lettre au ministre du 6 avril 1847 il explique le caractère particulier des sciences physiques qui initient «à la connaissance de l'art d'observer, de l'art d'expérimenter». Tel est, écrit-il, «le but philosophique qu'elles doivent se proposer ; c'est là, ce qui en fait l'utile complément, l'auxiliaire indispensable, quelquefois même le correctif heureux des études de philosophie pure et des sciences abstraites». Ainsi pour une étude sérieuse des sciences physiques :

«[il est] tout à fait indispensable non-seulement de pratiquer devant les élèves toutes les expériences sur lesquelles se fonde la partie de ces sciences qu'il s'agit de leur enseigner, mais, en outre, de leur faire exécuter par eux-mêmes toutes les manipulations essentielles à leur intelligence.»

Et, J.-B. DUMAS conclut : «dans tous les collèges [...] il faut donc instituer des manipulations dès l'origine». Une cinquantaine d'années seront nécessaires pour que ce souhait se réalise ; une avancée apparaît cependant, sous le ministère DURUY, avec l'établissement de manipulations de chimie dans l'enseignement spécial, qui est alors établi à côté de l'enseignement secondaire classique.

Dans les instructions qu'il rédige pour l'enseignement des sciences physiques lors de la réforme de la «bifurcation» J.-B. DUMAS insiste beaucoup sur le caractère expérimental²⁷. Il souligne l'importance pour les cours de chimie «des expériences bien choisies, exécutées et discutées avec attention» :

«S'adressant d'abord aux sens, [le professeur] doit partir de l'expérience fondamentale, toutes les fois que le sujet le permet, en fixer les conditions, en mettre en relief toutes les circonstances, obliger les élèves à s'en rendre compte par eux-mêmes, puis fonder tout l'édifice de sa discussion sur cette base solide.»

Et, Jean-Baptiste DUMAS explicite des recommandations pédagogiques précises. Il fustige un enseignement qui consisterait à «envisager la chimie comme une conception pure de l'esprit et les faits comme un complément d'information, dont à la rigueur on pourrait se passer.»

La réforme de la «bifurcation» est accompagnée d'une modification du concours de l'agrégation, avec en particulier l'institution d'épreuves en rapport avec la pratique enseignante ; ainsi sont introduites des épreuves pratiques à l'agrégation unique de sciences, consistant en deux opérations - chacune d'une durée de quatre heures - à choisir parmi les mathématiques appliquées, la physique ou la chimie, les sciences naturelles. Quand, en 1869, on distinguera trois spécialités au concours, l'agrégation de sciences physiques comportera alors une manipulation de physique d'une durée de trois heures et une manipulation de chimie d'une durée de deux heures.

D'ailleurs le règlement des licences du 8 juin 1848 précise que la licence ès sciences physiques comporte de la physique pratique (une manipulation sur un programme

de dix), de la chimie pratique (vingt-neuf thèmes au programme), de l'analyse chimique, une épreuve de minéralogie pratique (huit thèmes)²⁸.

«[Les candidats] exposent devant le jury la marche qu'ils ont suivie, présentent tous les produits et reproduisent les expériences principales.»

Mais pour le doctorat²⁹ se pose le problème du financement des thèses expérimentales et de l'absence de laboratoire d'accueil. J.-B. DUMAS estime, en 1846, la dépense à quelques milliers de francs pour une thèse de chimie et considère qu'il est absurde d'exiger cette dépense de tous lorsqu'une fois faite elle peut servir à tous. Le règlement de juin 1848 proposera une possibilité de rachat du matériel par la Faculté à l'issue de la soutenance.

L'enseignement pratique dans les facultés se développe sous le ministère DURUY, en particulier sous l'influence de L. PASTEUR. Dès 1846, encore élève à l'École normale, celui-ci affirme dans une lettre adressée à J.-B. DUMAS que «ce serait avec peine que l'on pourrait saisir l'attention des élèves sans les expériences» ; en 1848, enseignant alors les sciences physiques au lycée de Dijon devant une classe de quatre-vingts élèves (!), il déclare son intention de multiplier beaucoup les expériences vers la fin de la classe pour maintenir l'attention des élèves. Dans son rapport à l'Empereur du 31 juillet 1868 Victor DURUY affirme la nécessité de laboratoires d'enseignement ouverts aux étudiants des facultés. Une augmentation de crédit est prévue au budget de 1869 pour accroître ces laboratoires et les pourvoir des appareils nécessaires. Au début du rapport V. DURUY dénonce le fait que les maîtres sont «trop souvent dépourvus des instruments et des appareils qui sont devenus de si puissants moyens de découvertes ou d'enseignement», en ajoutant :

«Les leçons orales faites devant une nombreuse assistance [...] ne suffiront jamais à faire un physicien, un chimiste ou un naturaliste, parce que la parole n'est même pas toujours la moitié de l'enseignement ; parce que bien souvent, la meilleure leçon du plus habile professeur ne vaudra pas une expérience que l'auditeur aura faite lui-même ; parce que, enfin, il faut, en mille cas, que les yeux voient et que les mains touchent.»³⁰

Une avancée importante se produit au début du XX^e siècle. D'une part, la réforme de 1902 institue dans les lycées des exercices pratiques pour les disciplines expérimentales. D'autre part, une évolution se fait jour en 1904 dans la conception des épreuves pratiques de l'agrégation avec l'introduction du montage de physique consistant à «dresser le programme des opérations à effectuer pour une leçon de lycée indiquée par le jury et [à] les effectuer»³¹ ; l'épreuve pratique de chimie comprend une manipulation de chimie avec l'analyse d'un mélange de sels et un exercice sur le montage d'un appareil impliquant le travail du verre. Pour la chimie le changement reste faible, puisque le programme du concours 1900 précisait³² :

«Analyse qualitative d'un mélange de sels, d'un mélange de gaz ou d'un alliage.»

«Chaque candidat aura en outre à faire une épreuve pratique consistant dans une des opérations nécessaires pour le montage d'un appareil (courbure, soudure d'un tube abducteur, soufflage d'une boule).»

C'est l'arrêté de 1958 qui introduit le terme de *montage de chimie*. Et, de 1904 à 1964, on note une évolution du poids de l'épreuve pratique de chimie, au sein des épreuves définitives, qui accompagne la spécialisation de l'agrégation.

Coefficient	1904	1958	1958	1964	1964
		Option physique	Option chimie	Option physique	Option chimie
Σ écrit	13	13	13	5	5
Σ oral	12	14	14	7	7
Chimie pratique	2	3	3	0	2

Tableau 2

Ainsi on constate un accroissement de la place accordée aux exercices et épreuves pratiques. D'ailleurs le rapport de mars 1989 établi par Pierre BOURDIEU et François GROS souligne l'intérêt «dans le cas des sciences expérimentales, des épreuves pratiques qui permettent d'évaluer l'inventivité, le sens critique et le "sens pratique".»

INSTRUIRE, CULTIVER, FORMER LE CITOYEN

Le couplage de la chimie avec la physique a résulté d'un choix qui est une spécificité de l'enseignement français par rapport à d'autres pays. En France d'ailleurs l'enseignement est marqué par la suprématie des mathématiques et leur rapide prise d'autonomie.

Au XIX^e siècle un problème essentiel est celui de la place réservée aux sciences au sein d'un enseignement secondaire dominé par les humanités (qui concerne d'ailleurs moins de 5 % des enfants ; les effectifs évoluent entre 100 000 et 200 000 du milieu du XIX^e siècle à 1930 où la gratuité des études est instaurée). Soucieuses des nécessités économiques des voix s'élèvent pour réclamer le développement de l'enseignement des sciences. Ainsi l'économiste saint-simonien Michel CHEVALIER affirme au milieu du XIX^e siècle :

«Chez les nations où le plus grand nombre de *citoyens* [...] se consacre à l'industrie [...] il n'est pas possible que les hommes qui occupent les plus hautes fonctions publiques [...] soient bornés à une éducation qui les laisserait dans l'ignorance des principaux faits industriels et des lois naturelles sur lesquelles la pratique de l'industrie se fonde [...]. Les gouvernants et les gouvernés ne seraient pas le même peuple.»

Un pas sera franchi sous le Second Empire avec la réforme dite de «la bifurcation des études» (1852) qui distingue deux divisions à partir de la classe de troisième, l'une littéraire et l'autre scientifique. Conjointement le baccalauréat ès sciences devient *indépendant* du baccalauréat ès lettres³³.

Cinquante ans plus tard la réforme de 1902 redéfinit la structure de l'enseignement secondaire, diversifie les filières et établit de nouveaux programmes. Et, Louis LIARD affirme que «les études scientifiques doivent, comme les autres, contribuer à la formation de l'homme» et qu'elles sont aussi à leur manière des humanités au sens large du mot, «les humanités scientifiques». Pour justifier la place qui est alors faite aux sciences physiques aux côtés des mathématiques abstraites on insiste sur leur spécificité représentée par leur caractère expérimental³⁴.

Dans une conférence au Musée Pédagogique en 1904, Gabriel LIPPMANN dénonce «l'ignorance du public dit *instruit*» en matière de sciences. Un constat semblable est fait au moment des travaux de la Commission Lagarrigue dans un rapport³⁵, préparé en 1974 au nom des trois sociétés savantes, Société Française de Physique, Union Des Physiciens et Société Chimique de France ; le rapport note que «se perpétue une situation étonnante : *dans son ensemble, notre pays reste fondamentalement "prénewtonien" et même "prégaliéen", en même temps d'ailleurs que s'élargit le fossé entre "techniciens" et "honnêtes gens"*». Or, dès 1970, ce problème d'une large diffusion de la culture scientifique était abordé dans le texte³⁶ qui a servi de base pour un communiqué de ces trois sociétés savantes ; dans un passage, supprimé dans la version publiée, il était souligné «qu'il importerait d'intégrer au plus tôt au savoir de base du public, et principalement du public jeune, les connaissances fondamentales qui puissent lui assurer une certaine maîtrise intellectuelle des phénomènes techniques» car autrement «comment éviter qu'à brève échéance, notre société ne se cloisonne irrémédiablement : d'un côté ceux qui participent au progrès technique, [...] d'un autre, ceux qui subissent ce progrès ?».

Les programmes de 1992 ont repris certaines orientations présentes dans les travaux de la Commission Lagarrigue avec, par exemple, la recommandation d'inclure la dimension historique de l'évolution des idées ou l'affirmation que cet «enseignement ne se limite pas à former de futurs physiciens et de futurs chimistes» (affirmation déjà présente en 1902), mais doit «développer chez l'ensemble des élèves les éléments d'une culture scientifique». Cependant, désormais les objectifs poursuivis par l'enseignement font apparaître un glissement dans les orientations. En 1992 l'un des objectifs assignés à l'enseignement est de préparer les élèves à participer aux «choix politiques, économiques, sociaux, voire d'éthique» auxquels doivent procéder nos sociétés en leur fournissant «*un mode d'emploi des sciences et des techniques*». Cette idée s'est construite dans une réflexion critique que mena Michel HULIN sur la réforme Lagarrigue à laquelle il avait activement participé : à la *compétence* scientifique largement partagée doit se substituer la *capacité* à gérer le savoir scientifique³⁷.

Avec l'explosion du domaine des connaissances une vaste compétence scientifique est requise du professeur de sciences physiques qui doit enseigner deux disciplines, la physique et la chimie, malgré l'existence de deux options, physique et chimie à l'agrégation de sciences physiques, ce qui implique une mise à jour des connaissances

dans ces deux disciplines. De plus le professeur doit, dans une certaine mesure, faire de la vulgarisation pour répondre aux questions des élèves concernant des événements d'actualité, les dispositifs de la vie quotidienne, la phénoménologie naturelle ou le monde technique. Ainsi, «il faudrait qu'il puisse comprendre, analyser, décortiquer matériellement et intellectuellement, pour ses élèves, des dispositifs que mettent au point des personnes de même niveau mais qui n'ont, chacune, qu'à œuvrer dans un seul domaine : l'optique, ou la chimie, ou l'électromagnétisme, et, plus souvent encore, dans un contexte spécialisé du domaine.»³⁸

NOTES

- (1) Antoine-François de FOURCROY : *Philosophie chimique*, 1^{ère} éd. 1792, 3^e éd. Paris, Tournaisen, 1806, introd. pp. 6-10.
- (2) René-Just HAÛY : *Traité de cristallographie*, Paris, Bachelier, 1822, pp. XI, XIV-XV.
- (3) Nicole HULIN : «Enseignement scientifique et lignes de partage disciplinaires», *Revue de synthèse*, IV^e S n° 1-2, 1994, pp. 121-134 (voir pp. 123-126).
- (4) Nicole HULIN : «René-Just Haüy : Des leçons de l'an III au *Traité élémentaire de physique*», *Revue d'histoire des sciences*, 50/3, 1997, pp. 243-263 (voir p. 246).
- (5) Adolphe GANOT : *Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée*, Paris, chez l'Auteur, 1854, pp. 1-2.
- (6) Jean-Baptiste DELAMBRE : *Rapport à l'Empereur sur les progrès des sciences mathématiques depuis 1789*, rééd. Paris, Belin, 1989, p. 220.
- (7) Auguste COMTE : *Cours de philosophie positive*, t. 1, Paris, Bachelier, 1830, p. 303.
- (8) *Archives de l'Académie des sciences* (cartons Dumas).
- (9) Principes pour une réflexion sur les contenus de l'enseignement, mars 1989.
- (10) Nicole HULIN : «Les doctorats dans les disciplines scientifiques au XIX^e siècle», *Revue d'histoire des sciences*, XLIII/4, 1990, pp. 401-426.
- (11) *Bulletin Universitaire*, 1848, pp. 132-134, (voir p. 133).
- (12) *Bulletin Administratif*, n° 59, 1896. Voir par exemple la circulaire du 1^{er} avril pp. 410-412, circulaire qui est reproduite dans la *Revue internationale de l'enseignement*, n° 31, 1896/1, pp. 402-405.
- (13) T. IV, pp. 177-178. On notera que les premiers concours d'agrégation ne sont organisés qu'à partir de 1821.
- (14) Concours 1829, *Archives nationales* F17/7048.
- (15) Nicole HULIN : «La section des sciences de l'École normale supérieure. Quelques jalons de son histoire» in *Livre du bicentenaire de l'École normale supérieure* (dir. J.-F. Sirinelli), Paris, PUF, 1994, pp. 321-349.

- (16) Antoine-Augustin COURNOT : *Des institutions de l'Instruction publique en France*, rééd. Paris, Vrin, 1977, voir pp. 232-233.
- (17) *Archives nationales* 61 AJ 81.
- (18) Au sujet de l'agrégation au XIX^e siècle voir Nicole Hulin-Jung, *L'organisation de l'enseignement des sciences*, Paris, Comité des travaux historiques et scientifiques, 1989, voir pp. 191-221.
- (19) *Archives nationales* F17/7076.
- (20) Nicole HULIN : «Histoire des sciences et enseignement scientifique. Quels rapports ? Un bilan XIX^e-XX^e siècles», *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 786, juillet-septembre 1996, pp. 1201-1243.
- (21) Cf. *op. cit.* in n. 10, pp. 423-425 et *op. cit.* in n. 15, pp. 331-332.
- (22) LIBRI : «Lettre à un Américain sur l'état des sciences en France», 1^{ère} lettre 15 mars 1840, *Revue des Deux Mondes* (1840), vol. 1, p. 547.
- (23) Paul WALDEN : *Histoire de la chimie*, Paris, Lamarre, 1953, p. 98.
- (24) Bénédicte BILODEAU et Nicole HULIN : «Les premiers doctorats féminins à la faculté des sciences de Paris (1888-1920) à travers les rapports de thèse», *Archives internationales d'histoire des sciences*, n° 139, vol. 47/ 1997, pp. 295-315.
- (25) A partir de l'*Annuaire de l'Instruction publique*.
- (26) *Journal général de l'Instruction publique*, 19 mai 1847, vol. 16, pp. 409-410 et texte manuscrit, *Archives de l'Académie des sciences*.
- (27) *Bulletin administratif*, 1854, t. 5, pp. 410-414.
- (28) *Op. cit.* in n. 11, pp. 162-183.
- (29) *Op. cit.* in n. 10.
- (30) *L'Administration de l'Instruction publique 1863-1869*, Paris, Delalain, 1869, voir pp. 645-649.
- (31) Arrêté du 18 juin 1904, *Bulletin administratif*, n° 75, 1904, p. 808.
- (32) *Ibid.*, n° 66, 1899, p. 491.
- (33) *Op. cit.* in n. 18.
- (34) Voir *Physique et «humanités scientifiques» - Autour de la réforme de l'enseignement de 1902* (dir. Nicole Hulin), à paraître.
- (35) Voir Michel HULIN, *Le Mirage et la nécessité. Pour une redéfinition de la formation scientifique de base*, Paris, Presses de l'École normale supérieure et Palais de la découverte, 1992, p. 74.
- (36) *Ibid.* p. 47, voir aussi pp. 12-13.
- (37) *Ibid.* p. 145 (texte de 1985), p. 29 (texte de 1988).
- (38) *Op. cit.* in n. 35, p. 172.