

La chimie géométrique de André-Marie Ampère (1775-1836) et de Marc-Antoine Gaudin (1804-1880)

Myriam Scheidecker-Chevallier* maître de conférences

Summary : *André-Marie Ampère and Marc-Antoine Gaudin's structural chemistry*

This paper deals with two uncommon attempts in early structural chemistry : A.-M. Ampère's and M.-A. Gaudin's ones which don't use the valence concept. These geometer's dreams weren't useless. First they allowed to formulate a major hypothesis on chemistry which would become later the Avogadro-Ampère law, then they generated the need to clearly distinguish the atom and molecule concepts.

Mots clés : *A.-M. Ampère, M.-A. Gaudin, chimie structurale, atome, molécule.*

Key-words : *A.-M. Ampère, M.-A. Gaudin, structural chemistry, atom, molecule.*

Penser aux formes géométriques des dernières particules, pour envisager la structure intime de la matière, est sans doute une idée fort ancienne : les polyèdres de symétrie parfaite que Platon, de façon purement spéculative, attribuait aux cinq éléments en sont la preuve manifeste. Au XVIIIe siècle, Pierre Gassendi, parmi d'autres, s'efforce, par l'observation des phénomènes de cristallisation sur le sel marin et l'alun, d'extrapoler jusqu'aux atomes, dernières particules de matière, les figures des cristaux (cubiques pour les premiers, octaédriques pour les seconds) « qui gardent la même forme jusqu'à la limite de l'insensible ».

Nous allons, quant à nous, présenter deux tentatives, intéressantes quoique prématurées au début du XIXe siècle, qui mettent l'accent sur l'importance des considérations géométriques structurales en chimie.

Les polyèdres moléculaires de André-Marie Ampère

Si Ampère fit ses premières recherches en mathématiques et y acquit sa notoriété, il ne cessa jamais de s'intéresser à la chimie (figure 1). Entre 1804 et 1820, il participa aux progrès de l'électrochimie, à l'établissement de la nature des corps isolés par électrolyse, à la classification des corps simples et à ce que nous abordons ici : l'élaboration d'une théorie de la combinaison chimique [1] où il énonça une hypothèse longtemps refusée par la communauté scientifique et que nous appelons aujourd'hui « la loi d'Avogadro-Ampère ».

En mars 1813, il fait part de ses espoirs à son ami Roux : « *Mes conversations avec M. Davy m'avaient donné une impulsion des plus grandes pour la chimie. Je me suis occupé environ deux mois d'un travail dont le résultat me semblait devoir ouvrir dans cette science une nouvelle carrière et donner le moyen de prévoir a priori les rapports fixes suivant lesquels les corps se combinent, en rapportant leurs diverses combinaisons à des principes qui seraient l'expression d'une loi de la nature, dont la découverte sera peut-être,*

après ce que j'ai fait l'été passé en métaphysique, ce que j'aurai conçu de plus important dans toute ma vie... car la théorie des combinaisons chimiques... deviendra une chose aussi usuelle dans les sciences physiques que les autres théories généralement admises ».

Ampère, constatant qu'une formulation analytique des lois de la combinaison chimique est impossible, dans l'ignorance où l'on se trouve des fonctions qui représentent les forces propres aux particules de matière, va proposer une étude géométrique. Il va de soi que



Figure 1 - Ampère (1775-1856) (Musée de l'Électricité à Poleymieux, Rhône). Photo R. Basset.

* Université de Nice-Sophia-Antipolis, Centre de Recherche Histoire des idées, UPRES.A 6045 CNRS, Faculté des Lettres, Arts et Sciences humaines, 98, bd. E. Herriot, BP 209, 06204 Nice Cedex 3.
Tél. : 04.93.37.54.16. Fax : 04.93.37.54.81.
E-mail : scheidec@unice.fr

les forces sont la cause de l'architecture intime de la matière et que les caractères de symétrie de ces architectures proviennent de lois régulières dues à des forces centrales.

Ampère, tout comme Laplace et Berthollet, a une vision statique de la structure intime de la matière : « *La manière dont sont arrangées les molécules des corps est telle qu'il n'y a pas plus de mouvement dans les liquides et les gaz que dans les solides* ». Les distances entre particules dépendent de trois sortes de force : « *La pression qu'ils supportent, la répulsion entre leurs particules, produite par le calorique, et les forces attractives et répulsives propres à chacune des particules qui dépendent de leur nature et impriment des qualités diverses aux corps d'espèces différentes* ». Ces forces jouent des rôles différents dans les trois états de la matière ; à l'état solide deux forces prédominent, les forces attractives et répulsives propres aux particules et la force répulsive du calorique ; à l'état liquide, les deux forces précédentes jouent mais aussi celle de la pression atmosphérique ; à l'état gazeux, seules, deux forces agissent encore : la pression de l'atmosphère et la répulsion produite par le calorique.

Ampère va bâtir sa théorie de la combinaison chimique en se basant sur deux arguments expérimentaux indéniabiles ; d'une part, les formes primitives établies par Haüy (en cristallographie) à partir du clivage des cristaux, et la loi volumétrique de Gay-Lussac (1809) sur les combinaisons en phase gazeuse, d'autre part.

Selon Haüy, les cristaux macroscopiques proviennent d'un assemblage de groupes moléculaires de formes régulières. Les opérations de clivage révèlent que les formes secondaires d'une même substance cristallisable, qui sont souvent différentes, se déduisent d'un même polyèdre régulier : « *la forme primitive* ». Au moyen de décroissements sur les angles ou sur les côtés des « formes primitives », il parvient à expliquer, d'une manière assez satisfaisante, la formation des cristaux secondaires et toutes leurs modifications. Quand le cristal n'est pas clivable, il détermine, par des considérations théoriques et par le calcul, le noyau primitif et la molécule intégrante. Il n'existe

qu'un petit nombre de formes primitives : le parallélépipède, le tétraèdre régulier, l'octaèdre à faces triangulaires, le prisme hexagonal, le dodécaèdre à faces rhombes, et le dodécaèdre à plans triangulaires. Haüy tire de la sous-division des formes primitives trois polyèdres les plus simples possibles : la pyramide triangulaire, le prisme triangulaire et enfin le parallélépipède qui constituent les molécules intégrantes de tous les cristaux. Par exemple, des arrangements convenables de molécules cubiques peuvent donner lieu à des dodécaèdres ou autres polyèdres réguliers, observables lors du clivage mécanique des cristaux [2].

Des six formes primitives de la cristallographie d'Haüy, Ampère en conserve cinq : le tétraèdre, l'octaèdre, le parallélépipède, le prisme hexaèdre, le dodécaèdre rhomboïdal, qu'il nomme « forme représentative » des particules de matière. Ces polyèdres ne doivent leur stabilité qu'aux forces d'attraction et de répulsion qui s'exercent entre les « molécules-points » disposées à leurs sommets. Ainsi, en supposant que les « formes représentatives » ou « particules » de matière sont conservées à l'état gazeux, écartées certes davantage par la force répulsive du calorique, mais conservant leur identité propre, Ampère donne un premier fondement à sa théorie.

Le deuxième fondement de la théorie d'Ampère est la « loi volumétrique », que Gay-Lussac exprime ainsi : « *J'ai fait voir que les combinaisons des sub-*

stances gazeuses les unes avec les autres se font toujours dans des rapports les plus simples, et tels qu'en représentant l'un des termes par l'unité, l'autre est un ou deux, ou au plus trois. Les contractions apparentes de volume qu'éprouvent les gaz en se combinant ont aussi des rapports simples avec le volume de l'un d'entre eux ». Ampère interprète cette loi en faisant l'hypothèse que des volumes égaux de tous les gaz pris dans les mêmes conditions, contiennent le même nombre de particules. Cette hypothèse, qui a été formulée par Avogadro en 1811 [3], semble à l'époque beaucoup plus risquée que celle de l'existence des « formes représentatives », et elle ne fera pas de consensus chez les contemporains d'Ampère. Or, cette hypothèse donne une fécondité incontestable à la loi expérimentale de Gay-Lussac. En effet, nous dit Ampère : « *En la supposant admise, (cette hypothèse), il suffira de connaître les volumes à l'état de gaz d'un corps composé et de ses composants, pour savoir combien une particule du corps composé contient de particules ou de portions de particule des deux composants* ».

Ampère attribue aux gaz simples « permanents », connus à l'époque, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote la « forme représentative » polyédrique la plus simple : le tétraèdre ; pour le chlore, dont on ignore encore la nature simple, il choisit le cube. Ce qui donne, par exemple, l'encadré ci-dessous.

oxygène	+	azote	=	gaz nitreux
1/2 volume	+	1/2 volume	=	1 volume (loi de Gay-Lussac)
1/2 particule	+	1/2 particule	=	1 particule (hypothèse d'Ampère)
1/2 tétraèdre	+	1/2 tétraèdre	=	1 tétraèdre
2 molécules	+	2 molécules	=	4 molécules
O_2	+	N_2	=	2 NO (écriture actuelle)
ou encore :				
hydrogène	+	chlore	=	acide muriatique
1/2 volume	+	1/2 volume	=	1 volume (loi de Gay-Lussac)
1/2 particule	+	1/2 particule	=	1 particule (hypothèse d'Ampère)
1/2 tétraèdre	+	1/2 cube	=	1 octaèdre
2 molécules	+	4 molécules	=	6 molécules
H_2	+	Cl_2	=	2 HCl (écriture actuelle)

Pour Ampère, l'explication causale de la combinaison chimique est possible. Elle se trouve dans la possibilité de superposition de polyèdres : « *Quand des particules se réunissent en une particule unique, c'est en se plaçant de manière que les centres de gravité des particules composantes, étant au même point, les sommets de l'une se placent dans les intervalles que laissent les sommets de l'autre, et réciproquement. S'il n'en est pas ainsi, la combinaison ne peut se former et les particules seront simplement juxtaposées ou agrégées* ».

Ainsi, 1 tétraèdre + 2 octaèdres ne peuvent se combiner, il en résulte une figure bizarre. Par contre, 1 octaèdre et 2 tétraèdres peuvent parfaitement se combiner, la figure résultante étant le dodécaèdre, figure parfaitement symétrique. Et donc, si A a pour forme représentative le tétraèdre et B l'octaèdre : AB₂ (écriture actuelle) n'est pas possible, alors que A₂B l'est.

Le cas de la formation du chlorure d'ammonium (figure 2) est, pour Ampère, un cas particulièrement intéressant puisque les deux composants, l'acide muriatique et l'ammoniac, réagissent tous les deux à l'état gazeux pour former un composé solide à température ambiante. Il devient possible de valider la théorie par l'expérience :

gaz muriatique	+	gaz ammoniacal	=	sel d'ammoniac
1 volume	+	1 volume	=	composé solide
1 particule	+	1 particule	=	1 particule
1 octaèdre	+	1 cube	=	1 dodécaèdre rhomboïdal
HCl (g)	+	NH ₃ (g)	=	NH ₄ Cl (s)

Ampère s'attend, si sa théorie est exacte, à trouver pour NH₄Cl un dodécaèdre rhomboïdal, et dit-il : « *Cette forme est en effet une de celle qui appartient au système de cristallisation du sel ammoniac, et toutes les autres pourraient, par conséquent, y être ramenées par différents décroissements* ». Pour Ampère, le problème de la combinaison chimique est résolu, si l'on admet qu'il s'agit d'une simple composition de polyèdres. Si la composition de polyèdres aboutit à un polyèdre symétrique et régulier, la combinaison chimique a lieu, sinon les composants restent « juxtaposés » ou « mêlés » et on n'observe pas de por-

portions constantes ni dans les poids ni dans les volumes gazeux.

On peut remarquer ici que, pour Ampère, la combinaison chimique des corps est due à la « superposition » des particules et à la « juxtaposition » des molécules qui constituent ces particules ; il n'y a pas réarrangement complet de toutes les molécules en une architecture totalement différente. Or, à cette époque, la théorie dynamiste « suppose que les éléments, au moment de leur combinaison chimique, se pénètrent mutuellement », ce qui neutralise totalement leurs propriétés chimiques. A l'opposé, la théorie corpusculaire considère l'union « comme une juxtaposition des atomes, laquelle dépend d'une force qui... produit la combinaison chimique ». Ainsi, la théorie d'Ampère constitue un dépassement des caractères propres aux théories dynamistes et atomistes.

D'autre part, la chimie d'Ampère, tentative de chimie structurale avant l'heure, a le mérite d'introduire des règles de combinaison chimique qui présupposent l'existence d'édifices stables (nous dirions de molécules), à une époque où l'actuelle distinction atomes/molécules n'est pas encore faite. La nouveauté conceptuelle d'Ampère, pour l'époque, nous apparaît ainsi avec plus de force. Il fait nettement la distinction

entre « forces physiques » qui ne détruisent pas les particules et « forces chimiques » qui les détruisent [4].

Ampère s'efforce de donner une interprétation géométrique de la combinaison chimique, à une époque où les autres chimistes n'envisagent pas du tout le problème de cette façon. En effet, Berthollet, dans la poursuite du rêve newtonien, cherche dans l'équilibre de toutes les forces en présence à traiter, l'affinité chimique comme un problème de mécanique. Dalton, ayant défini les « atomes chimiques » différents d'un corps simple à l'autre et tous identiques pour une même substance, envisage la réaction chimique comme une simple

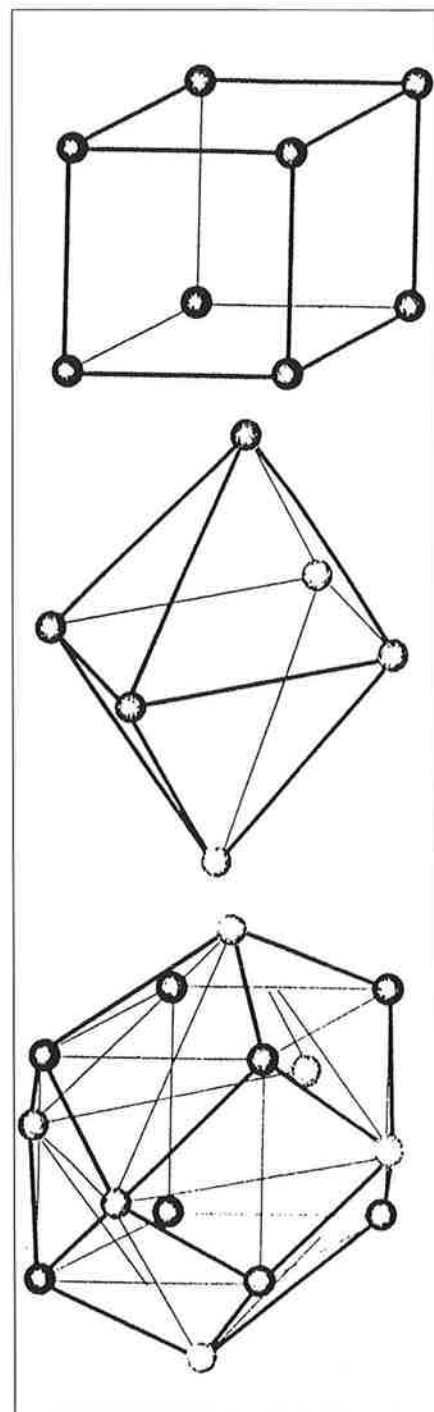


Figure 2 - Pour Ampère, la combinaison d'un cube (NH₃) et d'un octaèdre (HCl) donne un dodécaèdre (sel d'ammonium). (Pour la Science, sept. 92, n° 179, p. 9).

juxtaposition d'atomes, sans aborder le pourquoi de la réactivité chimique. Quant à Berzelius, s'appuyant sur les résultats de H. Davy sur l'électrolyse, il attribue aux atomes daltoniens des charges électriques, soit positives soit négatives, et explique la réactivité par une attraction électrostatique entre atomes.

Les architectures atomiques de Marc-Antoine Gaudin

Gaudin, qui est loin d'avoir eu la notoriété scientifique d'Ampère, est sans doute venu à Paris en 1827, afin de terminer des études commencées à Nantes. De 1835 à 1864, il exerça la fonction de calculateur, au bureau des Longitudes à Paris, mais il ne réussit pas à obtenir un poste de professeur afin de pouvoir disposer d'un laboratoire de recherche. Il effectua des travaux intéressants au microscope, à haute température, et découvrit l'activité optique du quartz qui servit aux études de Biot. Il fabriqua, entre autres, des rubis artificiels, et se distingua par l'invention d'une pompe pneumatique et divers perfectionnements techniques en photographie. C'est en participant à un cours d'Ampère professé au Collège de France, en 1827, que Gaudin s'intéressa à la structure de la matière ; il fit d'ailleurs de ce thème le but de tous ses travaux de recherche sans réussir à vraiment convaincre les chimistes de l'intérêt de ceux-ci [5].

Depuis les spéculations d'Ampère de 1814, plusieurs faits ont été découverts qui orientent, de plus en plus, les chimistes vers des considérations structurales : 1) **l'isomorphisme** qui montre que « *le nombre et l'arrangement des éléments d'un système moléculaire sont indépendants de la nature de ces éléments* ». 2) **l'isomérisie** où : « *un nombre déterminé d'atomes se groupent de différentes manières de façon que les corps possédant une composition chimique identique jouissent de propriétés physiques ou chimiques différentes* ». 3) **le polymorphisme** ou **allotropie**, sorte de « d'isomérisie considérée chez les corps simples ».

Gaudin n'a qu'un seul projet : sans doute fasciné par la beauté formelle des constructions polyédriques d'Ampère, il veut aller plus loin que lui et mieux connaître « *l'architecture du monde des atomes* » [6]. Avant de suivre le cours d'Ampère, il s'est d'ailleurs intéressé à la vraie nature du calorique ; on remarque, dans ce premier travail, qu'il est réceptif à la théorie vibratoire de la chaleur ; or, cette théorie suggère de s'intéresser au nombre et à l'arrangement des atomes dans les molécules. Ainsi, il

trouve un principe directeur : l'équilibre mécanique le plus parfait possible entre tous les atomes sans que soit conservée, dans le composé, la géométrie initiale des composants qui l'ont formé. Tout comme Ampère, Gaudin cherche une raison physique à la combinaison chimique qui n'est pas une juxtaposition de particules ou une simple soudure d'atomes. Pour Ampère, nous l'avons vu, c'est une construction géométrique de polyèdres donnant naissance à un polyèdre composé symétrique, Gaudin y voit, de son côté, une : « *question de mécanique et d'équilibre... et jamais rien ne se passe d'un côté d'une molécule sans se produire exactement de l'autre côté, de la même manière, ce qui est l'inverse d'une soudure* ». Selon lui, il y a combinaison quand les molécules se pénètrent, c'est-à-dire quand leurs atomes se mêlent pour former de nouvelles molécules.

Pour s'éclairer sur la structure des corps, Gaudin se base, tout comme Ampère, d'une part sur les lois expérimentales de la chimie, dont la loi de Gay-Lussac associée à l'hypothèse d'Avogadro-Ampère, et sur la cristallographie d'autre part. A la différence d'Ampère, pour Gaudin, le réarrangement des atomes lors de la combinaison chimique est totale et n'est soumis à aucune contrainte, si ce n'est la seule loi de symétrie maximale du produit final, alors que, pour Ampère, la symétrie des corps réagissants est conservée, pour l'obtention d'une symétrie finale qui en dépend. Gaudin conserve ce principe de symétrie maximum pour la suite de tous ses travaux.

Sa façon de raisonner comporte plusieurs étapes :

1) La première étape, absolument incontournable, est de connaître le nombre exact des atomes dans les molécules : « *Le nombre des atomes composant une molécule est un nombre absolu ; par conséquent, sous ce rapport, leur fixité est immuable* » ; alors que nombre de chimistes pensent que ces lois ne donnent que les nombres relatifs d'atomes dans une formule, Gaudin considère qu'il est possible de connaître le nombre absolu de ces atomes. Ceci l'oblige, plus tôt et mieux que tout autre chercheur de son époque, à donner une définition claire et univoque des termes « atome » et « molé-

cule » : « *Nous établirons donc une distinction bien tranchée entre les mots atome et molécule, et cela avec d'autant plus de raison que, si jusqu'à ce jour on n'est pas parvenu aux mêmes conclusions que moi, c'est uniquement faute d'avoir établi cette distinction. Un atome sera pour nous un petit corps sphéroïde homogène, ou point matériel essentiellement indivisible, tandis qu'une molécule sera un groupe isolé d'atomes, en nombre quelconque et de nature quelconque. Afin d'écarter les périphrases, et au lieu de dire : une molécule composée d'un, de deux, de trois, de quatre, de cinq, de plusieurs atomes, etc., nous ferons suivre le substantif molécule de l'adjectif monoatomique, diatomique, triatomique, tétraatomique, pentaatomique, polyatomique, etc.* ».

2) Pour les molécules des gaz simples usuels, il envisage des molécules diatomiques (O_2 , H_2 , N_2 , Cl_2), contrairement à Ampère qui conjecturait, nous l'avons vu, des formes tétraédriques. Son principe de symétrie maximum lui fait envisager pour les molécules : 1A,2B la ligne droite B-A-B, pour 3A, le triangle équilatéral, pour 1A,3B le triangle équilatéral centré, pour 1A,4B le tétraèdre centré et ainsi de suite... Il considère, pour des raisons de symétrie évidente, que l'alignement de trois atomes B-A-B est un modèle utilisable pour construire des molécules beaucoup plus compliquées : « *La disposition en ligne droite des trois atomes d'un corps binaire porte en elle-même un enseignement profond, car elle est le résumé parfait de toutes les autres molécules, en ce qu'elle se réduit à un centre, à un axe et à des atomes équilibrés et ordonnés par rapport à ce centre et à cet axe. Il y a mieux : toutes les molécules sans exception, sont construites avec ces éléments à 3 atomes, pris dans un sens vertical parallèle à l'axe principal des molécules, dans un sens horizontal perpendiculaire à cet axe, et dans une direction inclinée de 45 degrés sur cet axe* ». Toutes les molécules sont construites sur ce modèle. Lorsqu'il connaît sans ambiguïté la formule d'un composé, par exemple : Fe_3O_4 , il considère cette formule de façon réaliste, c'est-à-dire composée réellement de 3 atomes de fer et de 4 atomes d'oxygène et il cherche comment les arranger

de la façon la plus symétrique possible. Il trouve qu'en formant un octaèdre, avec les 4 oxygènes aux 4 sommets du plan carré, 1 atome de fer au centre de ce carré et les deux autres alignés à égales distances de celui-ci sur la perpendiculaire au plan carré, il obtient la figure la plus symétrique possible, avec des alignements de 3 atomes : O-Fe-O, perpendiculaires ou à 45°. Pour les molécules plus complexes, l'élément principal de la structure est une chaîne linéaire de 3, 5, 7 atomes. La molécule comporte toujours un axe central consistant en la chaîne généralement la plus longue, entourée symétriquement par d'autres rangées atomiques parallèles à cet axe. La rangée axiale est en fait la plus longue ; si l'on effectue une section perpendiculaire à cet axe et passant par le centre on obtient un polygone régulier de 3, 4, ou 6 côtés. Dans les molécules encore plus complexes, les rangées entourant l'axe principal peuvent servir d'axes secondaires pour d'autres rangées atomiques.

3) Une fois la molécule construite, Gaudin imagine la construction du cristal : « Les molécules se groupent entre elles pour former des cristaux comme les files d'atomes pour former les molécules ; c'est-à-dire que les axes de ces molécules se placent toujours parallèlement entre eux... ». Ainsi, dans la genèse des cristaux, Gaudin imagine que les molécules se juxtaposent de façon compacte comme s'empilent les briques d'une construction architecturale. Mais, la forme des cristaux ne reflète pas nécessairement la forme même de la molécule : « Désormais, les clivages rhomboédriques ne peuvent plus signifier que la molécule est elle-même rhomboédrique ». Dans le cas, par exemple, des molécules à section carrée : « Les molécules peuvent se grouper côte à côte ou pointe à pointe. Dans le premier cas, le cristal sera forcément carré et dans le second, il sera rhomboïdal et circonscrit dans certaines limites d'angle ». Mais les cristaux et les molécules ont toujours les mêmes axes de symétrie.

4) La dernière étape consiste à comparer les formes des cristaux obtenus au laboratoire à la forme des cristaux déduite théoriquement lors des précédentes étapes. Si les formes théoriques et expérimentales ne sont pas concordantes, Gaudin modifie l'arrangement

des atomes dans le polyèdre moléculaire initialement envisagé jusqu'à ce que l'accord soit parfait. Lorsqu'une formule admise à l'époque ne lui permet pas de construire une architecture symétrique conforme aux formes cristallines, il n'hésite pas à changer la formule comme pour la silice dont il corrige, à juste titre, les formules : SiO_2 , NH_3 , $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$..., ce que ne faisait pas Ampère.

Cette méthode, somme toute très simple, permet à Gaudin de construire des molécules assez complexes tant en chimie minérale qu'en chimie organique : le benzène est représenté par 12 atomes dans le même plan formant deux hexagones entrelacés ; l'alcool, l'aldéhyde, le phénol sont construits avec des unités à trois atomes H-C-H, H-O-H, C-O-C ; il construit l'acide stéarique ($\text{C}_{68}\text{H}_{136}\text{O}_7$) en partant d'un hexagone centré à 7 atomes d'oxygène ; la strychnine ($\text{C}_{41}\text{H}_{48}\text{N}_4\text{O}_4$).

En 1869, il explique la différence entre le sucre de canne (figure 3) et le sucre de fruit par une différence dans l'arrangement des atomes. Il compare ces deux formes avec celles de l'épidote et du grenat dans le monde minéral. Il explique l'isomérisation des acides tartriques en construisant les deux formes symétriques possibles, selon sa théorie. Mais son erreur principale est de se désintéresser totalement de la réactivité chimique : « dans nos arrangements les aptitudes moléculaires ne compteront pour rien ».

Le principe de symétrie maximale qui sous-tend sa méthode est bien trop simple et trop rigide. Ainsi, il passera à côté des nouveaux concepts mis en place par les théoriciens de la chimie organique de son époque (la théorie des types de J.-B. Dumas et celle des noyaux de A. Laurent). Par la suite, il ratera la notion « d'atomicité » qui deviendra « la valence » d'un élément, concept indispensable à la future chimie structurale [7].

C'est que Gaudin a avant tout un tempérament d'esthète et s'il veut : « [...] approfondir la constitution même des molécules, qui sont l'essence même des corps », c'est que : « l'architecture du monde des atomes, qui est d'une simplicité sans pareille [...] nous révélera une harmonie que nous faisons pressentir la perfection inouïe des cristaux qui en dérive ».

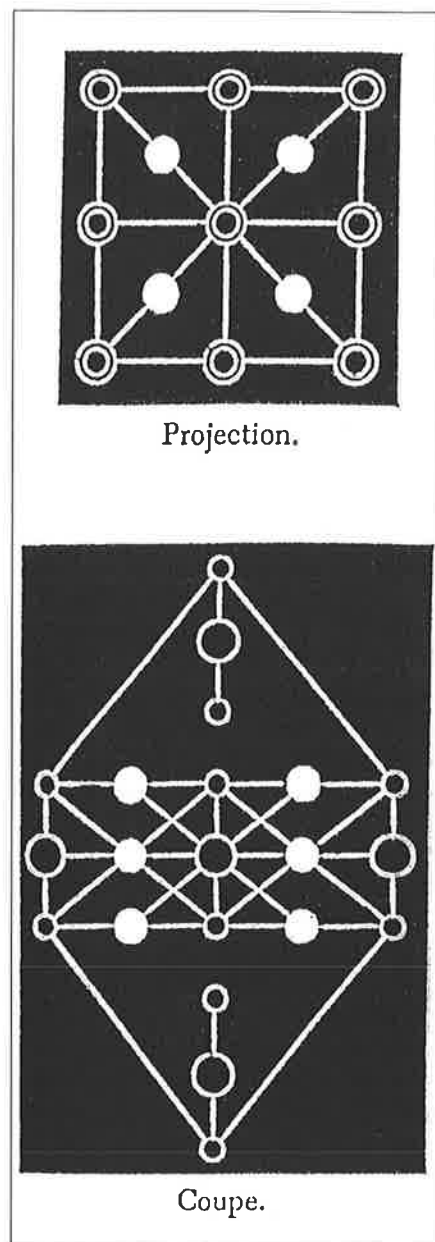


Figure 3 - Modèle de Gaudin pour la molécule de la canne à sucre (L'Architecture du monde des atomes, Gauthier-Villars, Paris, 1873, p. 87 et 88).

Conclusion

La chimie géométrique d'Ampère a eu le mérite d'envisager des édifices stables : « les formes représentatives des particules » qui ne sont pas détruites par les forces physiques lors des changements d'état et qui préfigurent le concept de « molécule » de la chimie actuelle. Il a contribué à renforcer l'idée qu'une « molécule » donnée renferme un nombre déterminé « d'atomes » et que l'on peut en connaître le nombre par les lois expérimentales de la chimie et ce, bien avant les avancées spectaculaires de la chimie organique.

Gaudin a été plus loin qu'Ampère dans la définition claire et univoque de l'atome et de la molécule et ce, dès 1833, c'est-à-dire très en avance sur la communauté scientifique de son époque. Il a, quant à lui, grandement profité des résultats de la chimie organique (l'isomorphisme, l'isomérisie, l'allotropie) qui orientaient obligatoirement les chimistes vers des considérations structurales en relation avec la cristallographie. Mais, par la suite, Gaudin aura en quelque sorte les défauts de ses qualités scientifiques, il fera preuve de rigidité, refusant d'accepter le concept de valence et semblant ignorer les développements de la stéréochimie après 1860. Aussi, manquant de souplesse, sa théorie n'évoluera guère ; si elle fut génératrice d'idées nouvelles en 1831, elle finira en 1873 par devenir obsolète. Toutefois, van't Hoff appréciera la contribution de Gaudin pour la connaissance des positions relatives des atomes dans les molécules et Le Bel, en 1860, utilisera ses principes pour déterminer les conditions d'équilibre des atomes dans les composés carbonés. Plus tardivement, M. Delépine et G. Urbain reconnaîtront ses mérites [8].

Quoi qu'il en soit, ces rêves de géomètres n'ont pas été inutiles : ils nous montrent en particulier, qu'en science, les idées prématurées sont souvent accompagnées d'avancées non négligeables dans des domaines tout à fait imprévus. L'hypothèse d'Avogadro-Ampère envisagée pour construire des « molécules » erronées aura, comme on le sait, un avenir des plus prometteurs. La définition univoque et parfaitement claire des concepts d'atome et de molécule de Gaudin, mise au service de la construction d'architectures atomiques,



Maison Ampère, Musée de l'Électricité à Poleymieux (Rhône).

le plus souvent fausses, a néanmoins fait faire un pas important à la chimie de son époque.

Références

- [1] A.-M. Ampère, Lettre de M. Ampère à M. le Comte de Berthollet, sur la détermination des proportions dans lesquelles les corps se combinent d'après le nombre et la disposition relative des molécules dont leurs particules intégrantes sont composées, *Annales de Chimie*, **1814**, 90, p. 43-86.
- [2] R.-J. Haüy, *Exposition abrégée de la théorie sur la structure des cristaux*, Paris, Ed. les directeurs de l'Imprimerie du Cercle Social, **1792**, p. 3-52.
- [3] A. Avogadro, Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons, *Journal de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, **1811**, 73, p. 58-76.
- [4] M. Scheidecker-Chevallier, L'hypothèse d'Avogadro (1811) et d'Ampère (1814) : La distinction atome/molécule et la théorie de la combinaison chimique, *Revue d'histoire des sciences*, **1997**, 50/1-2, p. 159-194.
- [5] T.-M. Cole, Early atomic speculations of A. M. Gaudin. Avogadro's hypothesis and the periodic system, *Isis*, **1975**, 66, n° 233, p. 334-360 ; J.-W. Miller, M. A. Gaudin and early nineteenth century stereochemistry *ACS Symposium series*, **1975**, 12, p. 1-17 ; M. Goupil, Un saintonnais méconnu, précurseur oublié de l'atomisme moderne : M.-A. Gaudin, 1804-1880, *Congrès des Sociétés Savantes*, **1986**, p. 47-56.
- [6] M.-A. Gaudin, *L'Architecture du monde des atomes*, Paris Gauthier-Villars, **1873**.
- [7] M. Scheidecker-Chevallier, Impact des idées d'Ampère en chimie sur J.-B. Dumas et M.-A. Gaudin, *Science et Technique en perspective*, **1997**, IIe série, 1, fas. 2, p. 283-307.
- [8] M.-M. Delepine, Une étape de la notion d'atomes et de molécules : Gaudin, *Bulletin de la Société Chimique de France*, **1935**, 2, p. 1-15 ; G. Urbain, A propos de la conférence de M. Delepine relative à l'œuvre de Gaudin, *Bulletin de la Société Chimique de France*, **1935**, 2, p. 16-17.

SANOFI CHIMIE

78-84, avenue Raspail - 94255 GENTILLY Cédex
Tél. : 01 41 24 70 00 - Fax : 01 41 24 76 06