50376 1992 274 Nº d'ordre: 946

présentée à

L'UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR

(Spécialité : Histoire des Sciences et des Techniques)

par

Myriam SCHEIDECKER - CHEVALLIER



CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'OEUVRE **CHIMIQUE D'AMPERE (1775 - 1836)** (Les liens entre sa chimie et sa philosophie)

> Thèse dirigée par M. Robert Locqueneux et soutenue le 13 Octobre 1992 devant le jury composé de

Président :

M.

SIMON,

Professeur à l'Université de Lille III

Rapporteurs:

M. М.

DHOMBRES.

Directeur de Recherches au C.N.R.S., Paris

HALLEUX. Professeur à l'Université de Liège

Examinateurs:

M.

CAMBON.

Professeur à l'Université de Nice S-Antipolis

TERM

SCIENCES

M. CELEYRETTE,

Professeur à l'Université de Lille III Chargée de Recherches, C.N.R.S., Paris

Mme GOUPIL.

Professeur à l'Université de Lille I

LOCQUENEUX, M. M. POURPRIX.

Maître de Conférences à l'Université de Lille I

A mes Parents,

A Jean-Paul, Vincent et Céline. Le travail présenté dans cette thèse a été effectué sous la direction de Monsieur le Professeur RLOCQUENEUX.

Lorsqu'il y a quatre ans de cela, j'ai décidé de tenter "l'aventure" de me reconvertir en Histoire des Sciences, discipline que je pressentais non seulement scientifiquement mais culturellement et humainement trés enrichissante, il va sans dire que je ne connaissais presque rien des méthodes de travail et des exigences particulières inhérentes aux disciplines autres que scientifiques.

Monsieur R.LOCQUENEUX m'a beaucoup appris. Il a su, tout au long de ce travail, me communiquer à la fois la richesse de son expérience et de ses connaissances et stimuler ma propre recherche. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je suis trés sensible à l'honneur que me font Monsieur le Professeur J.DHOMBRES, Directeur de Recherche au C.N.R.S. et Monsieur le Professeur R.HALLEUX, Directeur de Recherche au F.N.R.S. en acceptant d'être rapporteurs de ce travail.

Je remercie Monsieur le Professeur G.SIMON de me faire l'honneur de présider ce jury. Je remercie également Madame M.GOUPIL, Chargée de Recherche au C.N.R.S. et Monsieur C.CELEYRETTE, Professeur à l'Université de LILLE III, ainsi que Monsieur

B.POURPRIX, Maître de Conférences à l'Université de LILLE I d'avoir bien voulu accepter d'évaluer ce travail.

Je remercie tout particulièrement Monsieur A.CAMBON, Professeur à l'Université de NICE-SOPHIA-ANTIPOLIS, Directeur du Laboratoire de Chimie Organique du Fluor qui a toujours accepté de faciliter matériellement mon travail, malgré les charges inhérentes à la gestion d'un important laboratoire.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement Madame F.CORNAILLE, secrétaire du Groupe Histoire des Sciences de LILLE I et Madame M.BENSA, secrétaire du Laboratoire de Chimie Organique du Fluor qui se sont partagées, dans des conditions souvent difficiles, vu l'éloignement géographique, le travail de dactylographie.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

PARTIE I L'OEUVRE PHILOSOPHIQUE D' A.M.AMPERE

CHAPTIKE I CONTEXTE PHILOSOPHIQUE DE L'EPOQUE	- 3-
I LE SYSTEME DE CONDILLAC	- 8-
II LES CONSEQUENCES DU SYSTEME DE CONDILLAC EN FRANCE	-11-
1° Les idéologues	-11-
2° Maine de Biran	-14-
III LE SYSTEME KANTIEN	-18-
CHAPITRE 2 LA PSYCHOLOGIE OU SCIENCE DE L'INTELLIGENCE	-24-
I ELABORATION DES PRINCIPAUX CONCEPTS	-27
1° De la sensation	-27
2° Du sentiment de notre personnalité ou du moi	-28
3° Connaissance de la matière et de l'espace	-29
4° I 'âme et le temps	-30

RAISONNEMENTS	-32-
1° La formation des idées	-32-
2° Le jugement	-34-
3° Le raisonnement	-35-
III THEORIE DES RAPPORTS	-37-
IV LA THESE DES QUATRE SYSTEMES ET LA CLASSIFICATION GENERALE DES FAITS INTELLECTUELS	-41-
1° Les quatre systèmes	-41-
2° La classification générale des faits intellectuels	-45-
CHAPITRE 3: LA CLASSIFICATION DES SCIENCES	-49-
I GENESE DE LA CLASSIFICATION DES SCIENCES	-51-
II ARCHITECTURE DE LA CLASSIFICATION DES SCIENCES	-58-
1° Caractères généraux de la classification des sciences	-58-
2° Les mathématiques et les sciences physiques dans la classification d'Ampère	-61-
 A) Les sciences mathématiques a) Architecture de cet embranchement b) Statut épistémologique des sciences mathématiques chez Ampère c) La poursuite possible de la division des sciences 	
B) Les sciences physiques et la physique générale dans la classification a) La physique expérimentale b) La chimie c) La stéréonomie d) L'atomologie	-66-
C) Les rapports entre sciences mathématiques et sciences physiques	-68-
TABLEAUX	-70-

....

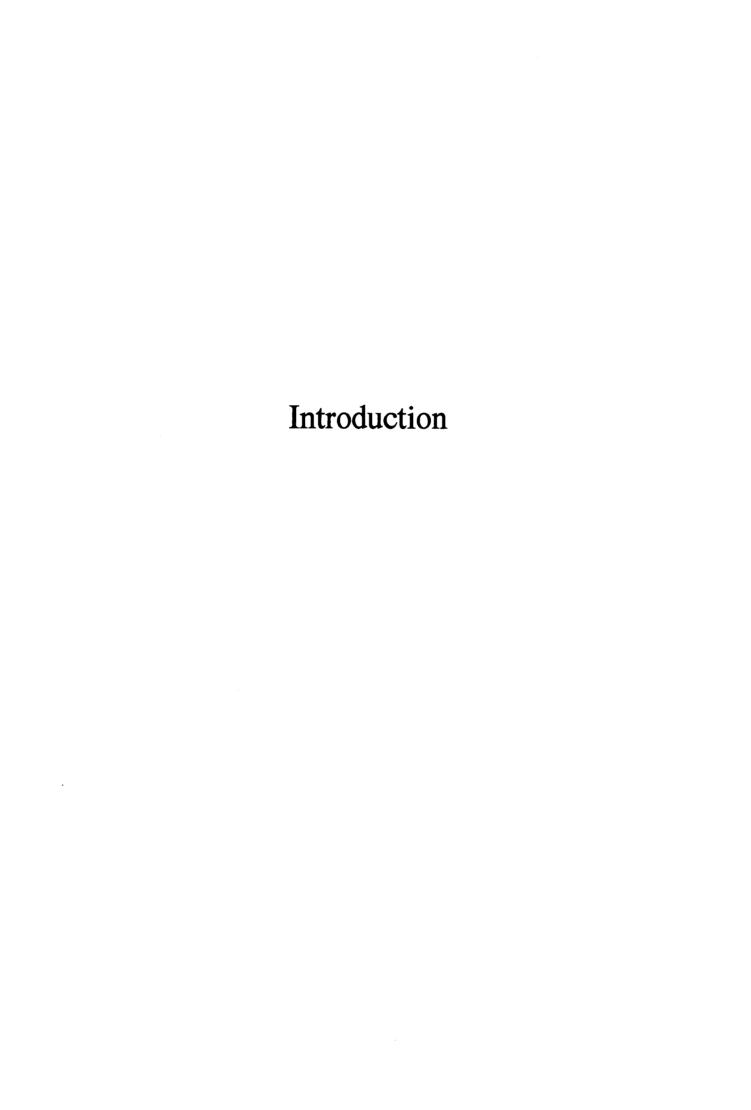
PARTIE II L'OEUVRE CHIMIQUE D'A.M AMPERE ANALYSEE A PARTIR DE SA PHILOSOPHIE

CHAPITRE 1 LES CONCEPTIONS DE L'EPOQUE SUR LA STRUCTURE ET LE COMPORTEMENT INTIME DE LA MATIERE	-72-
I LES INTERPRETATIONS ATOMISTIQUES	
ET DYNAMISTES DES PHENOMENES	-76-
1°) Le courant atomistique	-77-
2°) Le courant dynamiste	-81-
II PRATIQUE EXPERIMENTALE ET INTERPRETATION DALTONIENNE EN CHIMIE	-87-
1°) John Dalton et l'atomisme chimique	-87-
2°) Rationalisation de faits expérimentaux	-90-
A) Les saturations salines et les équivalents	
B) Les proportions définies et multiples	
C) La loi volumique de Gay-Lussac	
D) La loi de Dulong et Petit sur les chaleurs spécifiques	
E) L'isomorphisme	
F) Le dualisme électrochimique de Berzélius	
CHAPITRE 2: LA MATHEMATISATION DES PHENOMENES PHYSICO-CHIMIQUES CHEZ A MANDERE	10.4
CHEZ A.M AMPERE	-104
I EXPLICATION DE LA RELATION DECOUVERTE PAR MARIOTTE	-107
II LA COMBINAISON CHIMIOUE DES CORPS	-110

1°) Une représentation de la constitution intime de la matière	-111-
A) Matière et forces chez Ampère	
 B) Les deux fondements de la théorie d'Ampère a) Appropriation de la cristallographie d'Haüy b) Les lois volumiques de Gay-Lussac: critère d'intelligibilité pour Ampère 	
C) La construction géométrique: clef de la combinaison chimique	
2°) Opérationalité de la théorie d'Ampère	-120-
A) La formule chimique des composés	
B) Les poids atomiques	
C) Les proportions définies et multiples et les proportions variables dans les composés	
D) L'expérience qui "illustre" la théorie	
E) La théorie qui "corrige" l'expérience	
III INTEGRATION DE L'OEUVRE PHYSICO-CHIMIQUE D'AMPERE DANS SA PHILOSOPHIE DES SCIENCES	-124-
1°) La théorie des rapports	-124-
 A) Le rôle de l'abstraction et de l'analogie dans l'oeuvre physico-chimique d'Ampère 	
B) Les rapports	
2°) La place de la démonstration de la loi de Mariotte et de la théorie de la combinaison chimique d'Ampère dans sa classification des sciences	-126-
CHAPITRE 3: LA CLASSIFICATION DES CORPS SIMPLES	-130-
I CONSIDERATIONS GENERALES	-131-
II DIVISION DES CORPS SIMPLES EN GENRES	-133-
1°) Degré d'importance des caractères	-133-
2°) Limites qui séparent chaque genre de tous les autres	-135-
III INTEGRATION DE LA CLASSIFICATION DES CORPS SIMPLES D'AMPÈRE DANS SA CLASSIFICATION DES SCIENCES	-137-

EPILOGUE:

DIGRESSIONS ATOMISTIQUES DANS LA PHYSIQUE D'AMPERE	-144-
I ESQUISSE DE LA THEORIE MATHEMATIQUE D'AMPERE ABSTRACTION FAITE DE L'HYPOTHESE DES FLUIDES IMPONDERABLE	-146-
II CONSIDERATIONS CRYPTOLOGIQUES DANS L'OEUVRE PHYSIQUE D'AMPERE:RETOUR AUX FLUIDES IMPONDERABLES	-148-
1°) Digressions sur les causes cachées des phénomènes	-148-
2°) Combinaison chimique et fluide électrique	-151-
3°) La chaleur, la lumière, l'éther	-152-
III L'INTEGRATION DES VUES ATOMISTIQUES D'AMPERE DANS SA CLASSIFICATION DES SCIENCES	-154-
CONCLUSION	-158-
NOTES ET REFERENCES	-162-
INDEX	-193-
ANNEXE Notice sur la vie et les travaux d'A.M.AMPERE	



L'oeuvre chimique d'A.M.Ampère "Le Newton de l'électricité" nous a, dans un premier temps, paru suffisamment riche pour constituer un sujet d'étude en elle-même.

En effet, si son oeuvre mathématique et physique avait déjà fait l'objet d'importants travaux, son oeuvre en chimie-physique et en chimie pure, en revanche, n'avait pas bénéficié d'études aussi approfondies.

Et donc, tandis que nous analysions les articles théoriques de chimie publiés par A.M.Ampère entre 1814 et 1816, puis ceux de 1824 et enfin ceux de 1835 il nous a semblé que les représentations de la constitution de la matière sur lesquelles A.M.Ampère s'appuyait pour élaborer ses théories chimiques manquaient de cohérence. C'est alors qu'en décryptant les oeuvres chimiques d'A.M.Ampère, à la lumière de sa philosophie des sciences, nous avons été amenés à retrouver une cohérence interne à ces oeuvres.

D'ailleurs il se trouve, qu'entre 1812 et 1820, A.M.Ampère a mené conjointement ses recherches sur la classification des corps simples en chimie et sur la classification des faits de l'intelligence en psychologie. Les méthodes utilisées dans les deux cas, et qu'A.M.Ampère prend soin de décrire en détail sont les mêmes, mais la complexité des phénomènes psychologiques est plus grande. Nous avons alors envisagé d'étudier ensemble les oeuvres chimiques et philosophiques d'A.M.Ampère, ce qui a permis de pénétrer sa pensée et de surmonter les ambiguités des textes.

Après la période extrêmement féconde de la mise en place de l'électro-dynamique en 1826, Ampère éprouve l'urgence d'achever son oeuvre philosophique: une classification naturelle de toutes les sciences. Pour la formaliser,il doit combiner "les caractères qui dépendent de la nature des objets avec ceux qui tiennent à la nature de notre intelligence" Ainsi les classifications des objets en sciences et des faits de l'intelligence en psychologie sont, d'une certaine manière, une propédeutique à la classification des sciences.

La classification des sciences reprend la classification des faits de l'intelligence, lesquels sont implicitement utilisés dans les écrits scientifiques d'Ampère que nous avons étudiés; aussi est-il aisé de resituer ces écrits dans la classification des sciences, ce qui ne peut que les éclairer rétrospectivement. Par ailleurs, la lecture de la volumineuse correspondance d'A.M.Ampère nous révélait à quel point la science chimique le passionnait et par quels liens secrets, recherche métaphysique et chimique se fécondaient l'une l'autre.

La métaphysique, par les voies qui lui sont propres, permettait à A.M.Ampère de s'interroger sur les causes cachées des phénomènes dont s'emparait par ailleurs sa créativité scientifique.

La chimie quant à elle, et beaucoup mieux que la physique, en ce début de XIX^e siècle où l'atomisme pluraliste daltonien venait bouleverser les conceptions unitaires newtoniennes de la matière, laissait entrevoir la possibilité de pénétrer la constitution intime de la matière et par conséquent de mieux cerner les causes efficientes des phénomènes. Elle devait permettre non seulement de décrire mais aussi d'expliquer, en révélant les véritables lois de la Nature, lois

dont l'existence était "prouvée" par la réflexion métaphysique mûrement élaborée par A.M.Ampère.

Excellent mathématicien et physicien de génie, A.M.Ampère avait une façon très personnelle d'opposer la saveur qu'il trouvait dans la philosophie au goût de sécheresse que laissait en lui ses travaux de mathématiques.

«comment quitter les ruisseaux, les bocages (de la philosophie), pour ces déserts brûlés par les rayons du soleil mathématique qui, en répandant sur tous les objets la plus vive lumière, les brûle et les flétrit, les dessèche jusqu'à la racine et ne laisse plus, au lieu de ces frais et mystérieux ombrages et de ces fleurs à peine entr'ouvertes pleines de fraicheur native que "des sables éclatants de stérile étendue"» (1)

Dans la première partie de ce mémoire, nous résumerons d'une part "La philosophie de mon père" qui sous la plume de J.Jacques Ampère nous donne l'essentiel de la pensée philosophique d'A.M.Ampère, et d'autre part "l'Essai sur la philosophie des sciences" qui est la grande oeuvre d'A.M.Ampère à laquelle il consacra sa vie et qui consiste en une classification de toutes les connaissances humaines. En utilisant largement la littérature secondaire nous situerons la pensée d'A.M.Ampère dans le contexte philosophique de son époque. Nous verrons que ses idées se sont construites en réaction à la fois au sensualisme de Condillac et des idéologues et au criticisme d'E.Kant, en communion de pensée avec son grand ami, le philosophe spiritualiste Maine de Biran.

Dans une deuxième partie nous analyserons deux articles majeurs de chimie-physique (1814) et un article de chimie pure (1816) d'A.M.Ampère après avoir rappelé les traits essentiels du contexte physico-chimique de cette époque très fortement marquée en France par les leaders de la société d'Arcueil: Laplace et Berthollet.

Le premier article, une mathématisation de la "relation découverte par Mariotte", est considéré comme un article de chimie car les gaz, encore quelque peu soumis à la définition de Lavoisier "combinaison des corps avec le calorique", sont étudiés par les plus éminents chimistes de l'époque: J.Dalton en Grande Bretagne, Berthollet et Gay-Lussac en France..

Le deuxième article, une théorie géométrique de "la combinaison chimique" des corps, revêt une importance particulière puisque A.M.Ampère contribue, entre autre et de façon très originale, à donner corps à ce nouveau concept qui vient juste d'émerger, en se différenciant de la notion de "mélange".

Le troisième article est "une classification naturelle" des corps simples connus à l'époque; c'est le travail où démarches philosophique et scientifique sont le plus intimement liées chez A.M.Ampère, et nous y découvrirons le cheminement de sa pensée.

Enfin, dans un épilogue, nous évoquerons les quelques digressions atomistiques qu'il fit sur les causes de l'électro-dynamisme, (1822), sur la théorie électrochimique de la combinaison chimique (1824) et sur la chaleur et la lumière (1835), digressions qu'éclaire sa philosophie des sciences.

Nous n'aborderons pas dans le cadre de cette étude la contribution d'A.M.Ampère à l'électrochimie qui est loin d'être négligeable puisqu'il a participé par ses discussions suivies avec H.Davy, Gay-Lussac, Thénard... aux découvertes de nouveaux corps récupérés par électrolyse grâce à la pile de Volta. (Sodium, Potassium, Chlore, Iode ...).

En essayant de resituer chacune des études chimiques d'Ampère dans les divisions de sa classification des sciences, et de considérer "le point de vue" selon lequel cette étude a été envisagée, nous essayerons de cerner la méthodologie d'A.M.Ampère. Nous chercherons à voir comment sa philosophie des sciences et particulièrement "sa théorie des rapports" lui a permis de réduire par abstraction les objets chimiques, pourvus de qualités sensibles, à des objets mathématiques, et de découvrir ainsi des lois physiques qui ont valeur de "Loi Naturelle".

Nous mettrons en parallèle ses démarches dans les différents essais de classification : les corps simples, objets chimiques; les faits intellectuels, objets psychologiques et les connaissances humaines.

Nous nous proposons de mettre en évidence l'unité interne des oeuvres chimique et philosophique d'Ampère. Cette restauration de la cohérence de la pensée d'Ampère s'avère d'autant plus nécessaire que les historiens ont au fil du temps accumulés des jugements contradictoires sur cette oeuvre: selon la partie de l'oeuvre d'Ampère que l'historien privilégie, Ampère a pu légitimement être supposé positiviste avant la lettre ou dynamiste romantique....

A la recherche d'Ampère, nous n'aborderons que de manière allusive la comparaison entre ses oeuvres et celles de ses contemporains, et la postérité de ses oeuvres.

⁽¹⁾ A.M.Ampère Lettre à Roux (Février 1806) dans "Correspondance du Grand Ampère" publié par L.de Launay, Paris, Gauthier-Villars, 1936, Vol. 1, p.299.

PARTIE I:

Oeuvre philosophique d'A.M.AMPERE

"Tandis que tant d'êtres sur la terre restent paisibles dans l'ignorance où ils sont de leur propre existence, et suivent les impulsions irréfléchies auxquelles ils ont toujours abandonné leurs actions, pourquoi suis-je tourmenté du désir de connaître la nature de mon intelligence et de ma volonté, de remonter à l'origine des connaissances que j'ai ou que je crois avoir, au principe des déterminations par lesquelles j'agis? Chercherai-je à étouffer ce désir, dans la crainte de ne tirer aucun fruit des efforts que je dirigerai vers un but qu'il n'est peut-être pas donné à l'homme de pouvoir atteindre? Ou, sûr que l'auteur de mon être n'aurait pas mis en moi cette tendance vers la vérité, qui me domine si impérieusement, s'il ne m'avait accordé, en même temps, les facultés nécessaires pour marcher avec assurance dans la route qui y conduit, consacrerai-je mon existence à cette noble destination?

Je sais que je suis sujet à l'erreur, mais que dans le silence de la méditation, je puis faire justice des illusions dont l'erreur m'environne et qu'alors les caractères de la vérité brillent de trop d'éclat pour que je puisse les confondre avec de trompeuses apparences. M'en faut-il davantage pour décider mon choix, et pour que je m'efforce d'écarter les obstacles qui pourraient m'arrêter, et reporter mon esprit sur les futiles intérêts que chaque instant ne voit naître que pour les voir bientôt s'évanouir?" (1).

CHAPITRE 1

Contexte philosophique de l'époque.

Dès qu'il s'intéresse aux sciences psychologiques, lorsqu'il écrit "Les fragments psychologiques de l'an XII" (1803-1804), Ampère considère l'analyse des phénomènes intellectuels dans la ligne du système de Condillac amendé par M. de Gérando. C'est entre 1805 et 1812 que sa rupture avec le sensualisme se produit, en même temps que celle de Maine de Biran. Dans ce passage lent du sensualisme au spiritualisme, l'influence de Maine de Biran sur Ampère paraît plus prédominante qu'elle ne l'a été en réalité (2). Au cours de leur correspondance commune, la contribution d'Ampère est loin d'être négligeable; mieux que Maine de Biran, il rétablit les droits de la raison à côté de la sensibilité et de la volonté, tout en conservant à la perception externe toute sa valeur, perception indispensable à l'existence même des sciences cosmologiques. Vers 1813, Ampère connaît une courte période de passion exclusive pour la philosophie aux dépens des sciences physiques et mathématiques. De 1820 à 1827, comme on le sait, son intérêt pour ces dernières sciences reprend puisqu'il mène jusqu'au bout des travaux sur l'électrodynamique qui l'immortalisent. Vers 1829, il se consacre à nouveau et jusqu'à la fin de sa vie à ses recherches philosophiques qu'il applique à l'ensemble des sciences. Il se permet quelques interruptions pour aborder la structure atomique des corps, la zoologie ou la cosmogonie car celles-ci rentrent dans le cadre de cette dernière grande oeuvre : "La classification des connaissances humaines" (3,4). En dehors de cette classification, les oeuvres purement philosophiques d'A.M.Ampère sont composées de fragments d'écrits très décousus et dont le langage manque parfois de clarté. Pourtant, la publication en 1866 par M.Barthélémy Saint Hilaire de la "Philosophie des deux Ampère" nous donne, grâce au témoignage de son fils Jean-Jacques, l'essentiel de la pensée philosophique d' André Marie Ampère, pensée que l'on sent à l'oeuvre non seulement dans son essai de classification des sciences mais aussi dans tous les textes de sa production scientifique. Il faut noter que la piété filiale de Jean-Jacques Ampère l'amène parfois à placer son père dans la lignée des plus grands philosophes; nous éviterons de le suivre dans cette voie,

Dès 1803, Ampère se passionne pour la philosophie et, "comme tout le monde", adhère à la doctrine sensualiste de Condillac, comme en témoigne "Les fragments psychologiques de l'an XII" (1803-1804). Pourtant, les philosophes du temps ont une façon d'aborder les problèmes de la connaissance qui laisse A.M.Ampère totalement insatisfait.

L'admiration qu'Ampère porte à Descartes est grande. N'avoue-t-il pas que la lecture de "L'éloge de Descartes" fait par Thomas, est un événement majeur qui oriente toute sa vie? Mais, il est tout autant nourri des critiques post-cartésiennes du siècle des Lumières: "Les Lumières" sont celles de la raison, mais de quelle raison? Si l'on en croit le projet qui soutend l'Encyclopédie, l'esprit des Lumières paraît prolonger l'élan rationaliste de la philosophie classique, mais à une différence capitale près: on déserte ou rejette la fonction métaphysique de la raison. Désormais, il n'y a pas d'autres règles que celles de la critique telle que la prescrit la Lumière Naturelle, et

aucune autre méthode que celle dont on se sert pour interpréter la nature, par la Nature elle-même. C'est ainsi que la raison devient naturaliste et mécaniste; tout ce qui est "réel" peut être produit et reproduit comme une machine. Ainsi Locke (1632-1704) appliquant ce principe à la raison ellemême fait une théorie de la production des idées à partir d'éléments de base immédiats : les "sensations". Helvetius en fait autant pour l'esprit.

On pourra ainsi construire l'humain sur une base "naturelle" immédiate d'où la fascination pour les sauvages pris pour des "naturels"; Condillac s'applique à "reconstruire", comme en laboratoire, l'homme en ajoutant peu à peu des capacités sensorielles à une statue.

Si on est loin du temps où le but de la philosophie était de fonder rationnellement la foi, la métaphysique existe toujours mais elle est devenue une théorie de l'entendement humain, une théorie de la connaissance (6,7).

Locke prolonge en philosophie la méthode de Newton; ses travaux marquent la naissance du sensationnalisme. Il s'oppose à l'innéisme cartésien. Locke ne parle plus qu'en terme d'idées, entendant par là "tout ce qui est objet de l'entendement quand l'homme pense". Seront distinguées les idées de sensation "impressions faites sur nos sens par les objets extérieurs" et "les idées de réflexion, réflexions de l'esprit sur ses propres opérations à partir des idées de sensation".

Il joint la réflexion à la sensation comme source de nos idées, mais sa théorie représentative de la perception et son assertion de l'existence de la substance montre qu'en dépit de son but avoué il reconnait que la connaissance ne provient pas exclusivement des sensations. Ce que les philosophes des Lumières s'empressent d'oublier puisqu'ils estiment, quant à eux, que toutes nos idées viennent des sens.

Au dualisme cartésien de la matière (c'est-à-dire de l'étendue) et de l'esprit, répond, au siècle des Lumières, le dualisme de la matière et de l'idée telle que Locke le définit. Alors que le système du monde cartésien prétend atteindre l'essence des choses de la nature en dévoilant l'agencement géométrique de leurs parties, le siècle des Lumières adoptant l'empirisme de Locke, rejette l'ontologisme cartésien pour ne s'attacher qu'au rapport entre les apparences des choses et des idées (7).

David Hume (1711-1776) ébranle la théorie de la connaissance en remettant en question le concept de Loi de la Nature; c'est la répétition, l'habitude qui nous amène à attribuer un caractère nécessaire à l'enchaînement des faits. Observons, dit-il, nous ne percevons jamais les causes ou lois, nous percevons événements et séquences et nous inferrons causalité et nécessité; une loi n'est pas un décret éternel et nécessaire auquel les événements sont soumis, mais simplement un résumé et un raccourci mental de nos expériences kaléidoscopiques. Nous n'avons aucune garantie que les séquences jusque là observées réapparaîtront inaltérées dans des expériences futures.

Avec Berkeley (1685-1753) et Locke, Hume contribue aussi à mettre en doute l'existence objective de la matière, rien ne permet plus d'affirmer qu'il existe une réalité susbtantielle en soi, indépendamment de son apparition pour nous.

Condillac et les sensualistes reprennent les acquis de cet empirisme philosophique en le durcissant encore. Et, sous l'influence de Kant (1724-1804), les problèmes scientifiques n'apparaissent plus comme des recherches de cause, même efficiente, mais comme des essais pour établir entre les faits hétérogènes, des rapports constants permettant la prévision.

En effet, le dualisme philosophique de l'époque s'exprime en plusieurs couples de termes qui se répondent : sujet/objet; pensée/nature; liberté/nécessité; esprit/matière... ce dualisme, déjà présent chez Descartes, est un fait primitif car, dit-il, "avec le sentiment du moi m'est donné en même temps le sentiment de quelque chose qui n'est pas moi". Comment rétablir alors l'unité dans la dualité? Descartes et Locke l'ont tenté ; le premier en niant la réalité pour en faire un produit des principes intérieurs du sujet : c'est l'innéisme et le second en réduisant la connaissance, au monde extérieur : c'est l'empirisme. Kant, quand à lui, veut maintenir liés les deux termes. Ainsi, dit-il, "les formes de la sensation, les notions de l'entendement, les idées de la raison se lient aux intuitions par une union secrète, mystérieuse, incompréhensible et produisent la vérité de l'expérience" (8). Or, ce n'est pas résoudre le problème mais poser, en fait, ce qui est en question et Ampère ne se contente pas de la prise de position kantienne.

C'est en tant que praticien de la science qu'Ampère aborde la théorie de la connaissance. Il avait besoin de certitude, nous dit son fils.

Or, Kant ébranlait la vérité absolue des mathématiques, l'existence réelle du temps et de l'espace : "Et quoi ! disait Ampère, il n'y aurait pas un espace réel où les astres décrivent leur orbite selon les belles lois de Kepler" (9).

Et l'école de Condillac, dans la droite ligne des empiristes anglais, niait la réalité substantielle des corps; cela était inadmissible pour Ampère, d'autant qu'en contestant la vérité de la Science, c'était aussi la vérité de l'âme et de Dieu qui était ébranlée en même temps pour lui : "aux yeux de mon père les trois systèmes que je viens d'énumérer, celui de Condillac, celui de Reid et celui de Kant avaient cela de commun qu'ils détruisaient la certitude de l'existence réelle, tant du monde moral que du monde physique" (10).

La question revêtait une importance capitale pour A.M.Ampère, si la sensation est "subjective" et la matière "objective" comment séparer ce qui est "apparent" de ce qui est "réel"?

"Tour à tour, les philosophies ont fait l'un ou l'autre; elles se sont égarées, tantôt par l'abandon d'une partie de la vérité qu'elles n'ont pas su reconquérir, tantôt par les efforts même qu'elles faisaient pour la ressaisir. Selon leur inclination, les philosophes ont sacrifié la matière ou l'esprit; Berkeley s'est résigné à nier la première; et il ne faut pas en rire; car l'existence de la matière n'est pas facile à prouver, et les matérialistes feraient bien de commencer par là, avant de prétendre y ramener tout.

Les matérialistes du dernier siècle appartenaient à l'école qui n'admettait dans l'intelligence que la sensation; ils eussent été bien habiles de tirer non-seulement la preuve, mais même la notion de la matière, d'une sensation. Ils ont sacrifié l'esprit, auquel ils tenaient moins sans doute, et qu'ils n'auraient pas pu prouver davantage. Kant a soufflé sur le temps et l'espace

vrais, en en faisant ce qu'il appelle "des formes de notre sensibilité." L'école de Condillac, retranchant de l'homme la personnalité humaine, en vient à dire, car elle l'a dit : qu'un Moi est une collection de sensations comme un bal une collection de danseurs... Quelques-uns, en niant avec Berkeley la réalité de la matière, niaient en même temps avec les matérialistes la réalité des esprits. Par cette voie, Spinoza en venait à ne plus reconnaître d'autre substance que la substance absolue, dont, pour lui, la pensée et l'étendue étaient deux modes. Arrivé là, il n'y avait pas beaucoup de chemin à faire pour ne voir dans l'univers que la Mâyâ indienne, la grande illusion, et pour trouver la béatitude dans l'absorption au sein de l'être infini, sans nom, sans attributs, et qui, à force d'être dégagé de toutes les formes de nos conceptions, a peine à se distinguer du néant... Malebranche, pour donner à nos idées une valeur objective, on sait maintenant ce qu'il faut entendre par là, en a dépouillé notre intelligence, où elles résidaient pourtant, pour aller les placer dans le sein de Dieu. Tourmenté par la difficulté d'établir que les idées qui sont en nous puissent réfléchir fidèlement ce qui est hors de nous, Leibniz a imaginé des monades dont chacune contient la représentation de l'univers.

Condillac a cru trancher la difficulté qui consiste à mettre en rapport ces deux termes, ce qui est nous et ce qui n'est pas nous, en mutilant le premier et en supprimant le second. Reid, averti par son bon sens écossais, Locke l'avait devancé, que les sens ne pouvaient atteindre la matière, imagina pour les objets une faculté de perception prétendue naturelle, inexplicable, incompréhensible, née pour le besoin de la cause, et qui marquait l'ignorance des procédés par lesquels nous arrivons à l'idée de la matière, procédés que mon père devait découvrir et décrire.

Kant, sous des formes difficiles à pénétrer, établit une doctrine métaphysique dont, au fond, le résultat était de refuser à la pensée la puissance de sortir du monde subjectif, la phrase est de Kant, c'est-à-dire d'elle même" (11).

Nous allons passer en revue quelques traits des systèmes philosophiques de l'époque qui ont servi de base à la réflexion philosophique d'Ampère, systèmes dont il a essayé de dépasser les contradictions.

I LE SYSTEME DE CONDILLAC

Comme le signalent différents auteurs (12,13,14), Condillac, disciple fidèle de Locke dans "l'Essai sur l'origine des connaissances humaines" (1746), est déjà fort éloigné de son maître dès 1754 dans "Le traité des sensations".

Le projet explicite de sa philosophie est de connaître et démontrer l'origine de la génération de nos idées.

Comme beaucoup de penseurs de son siècle, Condillac distingue les pensées qui viennent directement de nos sensations et celles qui résultent d'une élaboration des premières. Nous apprenons tout ce que nous savons au moyen de notre corps; la perception comporte deux étapes; tout d'abord un objet agit sur un de nos organes, ensuite "l'impression" ressentie, qui est spirituelle ou mentale, est occasionnée, c'est-à-dire déclenchée par cette action.

Sa grande originalité est d'assigner au langage non la seule fonction d'expression des pensées, mais un rôle déterminant, et pour ainsi dire exclusif dans la formation même des idées de réflexion. Point besoin alors d'imaginer un "esprit" actif pour passer de l'impression de sensation à l'idée réfléchie; c'est un type de difficulté que rencontrent d'ordinaire les sensualistes. Condillac s'efforce d'expliquer comment "l'usage des signes est le principe qui développe le germe de toutes nos idées" et qui assure à l'homme la maîtrise de sa pensée : le langage apparaît alors comme l'instrument de la réflexion et la cause véritable des opérations supérieures de la pensée.

Le langage permet la liaison des idées avec les signes, et par ce moyen, des idées entre elles : "des faits constatés, voilà proprement les seuls principes des sciences.... L'art de raisonner se réduit à une langue bien faite" (15).

Une question bien posée est une question presque résolue. Le langage guide l'esprit vers la réponse puisqu'il correspond à une analyse accompagnée de signes.

Pour Condillac, et cela revient dans toute son oeuvre, le rôle primordial est laissé à l'analyse, il développe ce point dans son dernier ouvrage intitulé "La logique ou les premiers développements de l'art de penser" : "comment la nature même nous enseigne l'analyse et comment, d'après cette méthode, on explique l'origine et la génération des idées, soit des facultés de l'âme" (16).

Seule, l'analyse donne des idées exactes ou de vraies connaissances, car : "analyser, c'est décomposer, comparer et saisir les rapports, mais l'analyse ne décompose que pour faire voir, autant qu'il est possible, l'origine et la génération des choses" et lorsque nos analyses sont complètes, nous pouvons avoir des connaissances absolues, c'est-à-dire savoir "ce que les choses sont en elles-mêmes", au lieu de nous arrêter à des idées générales. Et cette méthode, ajoute Condillac, nous ne l'avons pas inventée, nous ne l'avons pas trouvée, elle est connue de tous même des artisans les plus grossiers : "Chacun peut se convaincre de cette vérité par sa propre

expérience; il n'y a pas même jusqu'aux plus petites couturières qui n'en soient convaincues : car si, leur donnant pour modèle une robe d'une forme régulière, vous leur proposez d'en faire une semblable, elles imagineront naturellement de défaire et de refaire ce modèle, pour apprendre à faire la robe que vous demandez. Elles savent donc l'analyse aussi bien que les philosophes, et elles en connaissent l'utilité beaucoup mieux que ceux qui s'obstinent à soutenir qu'il y a une autre méthode pour s'instruire" (17).

Ayant ainsi fait du langage l'opérateur universel des idées réflexives, Condillac est amené à rejeter la dualité des principes que l'on trouve chez Locke, il ne reste en effet qu'une source naturelle de nos connaissances et facultés: la sensation. De la sensation par dérivation et aussi par composition entre des sensations d'origine différente, Condillac dérive les fonctions d'entendement et les fonctions de volonté. L'explication que Condillac donne de la génération des facultés de l'âme est la suivante: "Si nous considérons que se ressouvenir, comparer, juger, discerner, imaginer, être étonné, avoir des idées abstraites, en avoir du nombre et de la durée, connaître des vérités générales et particulières, ne sont que différentes manières d'être attentif; qu'avoir des passions, aimer, haïr, espérer, craindre et vouloir, ne sont que différentes manières de désirer; et qu'enfin être attentif et désirer ne sont dans l'origine que sentir, nous conclurons que la sensation enveloppe toutes les facultés de l'âme" (18).

Et c'est sur ce point précis que A.M.Ampère s'oppose radicalement à lui en caricaturant quelque peu sa position : "Condillac, qui parlait beaucoup d'analyse, s'était dispensé d'analyser l'intelligence humaine, trouvant plus commode de ramener tout l'homme pensant à un principe qui seul ne pouvait donner la pensée. Imaginez un chimiste qui ne verrait qu'un élément et le moins énergique de tous dans un corps très composé; ou encore mieux, un alchimiste qui enseignerait la transmutation des métaux et prétendrait les tirer tous d'une substance qui ne serait pas même un métal. Cela est beaucoup moins impossible que de faire sortir une idée abstraite, un jugement moral, un acte volontaire, d'une sensation." (19).

Or, au lieu de distinguer et de séparer les fonctions sensibles et les fonctions intellectuelles, Condillac cherche une solution dans la composition de sensations d'origine différente. L'impression est susceptible de prendre plusieurs formes. Dans la simple perception, cette impression n'est pas durable, elle ne laisse aucune trace. Dans l'attention, l'impression persiste, elle devient mémoire; la mémoire n'implique donc pas l'activité de l'esprit; elle n'est que le prolongement de l'empreinte d'une impression.

Cette genèse par composition et différenciation est traduite subjectivement par le passage de la passivité pure à ce que nous croyons être une activité propre de notre esprit. La vivacité de la sensation est la racine de l'attention, et c'est de cette vivacité transformée en attention que l'on peut faire dériver toutes les fonctions intellectuelles, comme la mémoire, la comparaison, le jugement et la réflexion. De même, le désir est la racine de toutes les transformations de sentiments dont le terme ultime est la volonté.

On aperçoit alors les conséquences radicales de cette théorie : Mais qu'est-ce que

l'âme pour Condillac si toutes ses opérations se réduisent à la sensation diversement transformée? et, par conséquent, qu'est-ce que le moi ? Condillac répond à cette question : "Le moi de chaque homme n'est que la collection des sensations qu'il éprouve et de celles que la mémoire lui rappelle, c'est tout à la fois la conscience de ce qu'il est et le souvenir de ce qu'il a été" (20).

Le moi n'est pas une substance pensante, consciente de soi mais un effet de la combinaison des sensations et de l'expression de leurs transformations dans le langage.

On comprend alors que des philosophes empreints de spiritualisme, comme Maine de Biran et Ampère, s'insurgent contre cette philosophie "scandaleuse".

"Condillac a déclaré que le moi était une abstraction tandis que la sensation seule était une réalité, rayant l'homme de la liste des faits humains" (21).

Selon A.M.Ampère, une telle doctrine ne pouvait avoir que des conséquences néfastes sur l'avenir des sociétés : "Pour le dix-huitième siècle en général, on peut croire qu'au lieu des doctrines du sensualisme fataliste, qui l'ont trop dominé, il eût gagné à leur substituer une psychologie plus vraie; et qu'il n'y aurait pas eu de mal à ce que cette société trop disposée, elle aussi, à tout ramener aux sens, eût eu un peu plus la notion de l'effort et eût mieux compris l'énergie du moi.

Peut-être la Révolution, sa fille et son héritière, se serait aussi mieux trouvée de recevoir des enseignements philosophiques plus vrais; et peut-être, dans ses diverses phases, en y comprenant l'Empire, qu'elle a fait, elle eût moins perdu le sentiment de la liberté politique, trop souvent oublié, sous la république elle-même, si une notion plus vraie de la liberté morale avait été aufond des âmes. M.Cousin a eu raison de dire: "On ne peut donner pour piédestal à la liberté la morale des esclaves" (22).

II LES CONSEQUENCES DU SYSTEME DE CONDILLAC EN FRANCE

La philosophie de Condillac a exercé une véritable domination sur les esprits à l'époque d'A.M.Ampère. Ce succès peut se comprendre tout d'abord par une cause historique : elle s'harmonise avec des idées de réforme, de révolution, de mouvement, de progrès, mais aussi par son caractère propre.

Cette doctrine simple, claire, apparemment rigoureuse est à la portée de toutes les intelligences "et un esprit superficiel [séduit par ces qualités] peut bien s'imaginer qu'il possède la métaphysique toute entière" (23).

Les idéologues qui ont eu un rôle majeur dans la Révolution Française, se réclament de Locke et Condillac. La pauvreté de la doctrine, quant à ses conséquences morales, ne les a pas empêchés d'être les plus désintéressés de tous les hommes et d'enfanter la "Déclaration des droits de l'homme". Ce sont les idéologues qui décrètent au sénat en 1814 la déchéance de Napoléon, mais à cette date l'idéologie elle-même s'écroule, déjà Cabanis l'a reniée avant de mourir, Laromiguière l'a profondément modifiée, tandis que Dégérando et Maine de Biran désertent son enseignement.

1°) Les idéologues :

L'âge d'or de l'idéologie débute en 1795, avec la création de l'Institut et de la deuxième classe de l'Académie des Sciences morales et politiques. On y distingue le groupe des Condillaciens : Volney, Garat, Sieyès, Guinguené, Cabanis, et le groupe plus dissident aux idées de Condillac : Laromiguière, Destutt de Tracy et Dégérando, membres associés (24,25,26,27,28).

Au début, ils sont pour la plupart partisans de Bonaparte et favorables au coup d'Etat du 18 brumaire, mais lorsqu'il s'aperçoit du caractère anti libéral du premier consul, le parti idéologique passe tout entier dans l'opposition.

Ce sont vraiment les philosophes de la révolution. Ils se caractérisent par le goût des idées générales, la recherche analytique des éléments de la pensée, l'indifférence aux fondements ultimes, la référence à la méthode. Ils se désintéressent obstensiblement de tout ce qui vient de cette Allemagne où sévit l'obscur kantisme.

Destutt de Tracy définit ainsi la méthode de son école par opposition à celle de Kant qu'il suspecte de complaisance coupable envers la transcendance et le platonisme : la procédure idéologique, dit-il, "consiste à observer les faits avec le plus grand scrupule, à n'en tirer des conséquences qu'avec pleine assurance, à ne jamais donner à de simples suppositions la consistance des faits, à n'entreprendre de lier entre elles les vérités que quand elles s'enchaînent tout naturellement et sans lacune, à avouer franchement ce qu'on ne sait pas, et à préférer constamment l'ignorance absolue à toute assertion qui n'est que vraisemblable" (29).

Mais l'idéologie est avant tout l'héritière de la philosophie française du XVIIIe siècle, la métaphysique classique y est devenue une épistémologie, un criticisme soucieux de ne pas sortir des limites de l'expérience possible; la révolution copernicienne dont Kant s'avère l'artisan en Allemagne est, en quelque sorte, déjà accomplie en France.

Ce qui réunit les idéologues, en dehors de la jeunesse et de l'amitié, c'est la conviction que les causes dernières sont inutiles à poursuivre et que la sensibilité est l'expression de la vitalité de l'homme. L'idéologie, pour eux, est une partie de la zoologie. Le domaine de l'idéologie, comme le souligne Destutt de Tracy à la fin de son "Mémoire sur la faculté de penser" présenté à l'Institut dans les années 1796-98, embrasse donc, non seulement l'univers de la pensée et l'univers du discours, mais aussi leur enracinement biologique. Leur projet est d'élaborer une science de l'homme qui parvienne à la transformation de la société. Ce sont surtout des penseurs en situation, car c'est au coeur de leur action qu'ils pensent les éléments de leur réflexion.

Pour eux, le chemin de la vérité est celui d'une archéologie de la connaissance. Il s'agit de remonter jusqu'au degré zéro du savoir et donc de bâtir une épistémologie génétique. Le point de départ est bien évidemment la sensation, grâce à laquelle la conscience vient au monde. En 1799, le sens nouveau du concept de métaphysique est formulé ainsi par Cabanis : " Depuis Locke, Helvétius et Condillac, la métaphysique n'est que la connaissance des procédés de l'esprit humain, l'énoncé des règles que l'homme doit suivre dans la recherche de la vérité, soit que cette recherche porte sur nous-mêmes, soit qu'elle ait pour objet les êtres ou les corps extérieurs avec lesquels nous pouvons avoir des rapports. Elle s'applique également aux sciences physiques, aux sciences morales et aux arts : on peut en développer les principes et les appuyer d'exemples dans le laboratoire d'un chimiste ou même dans l'atelier du plus simple artisan, comme dans la seconde classe de l'Institut, ou dans les écoles de logique, de grammaire et de législation. Si elle enseigne au philosophe l'art général d'observer ou d'expérimenter, elle démontre à chaque ouvrier en quoi consiste l'art particulier qu'il professe, pourquoi, les matériaux sur lesquels il s'exerce et l'objet qu'il se propose étant une fois reconnus, les organes de l'homme ou les autres instruments de l'art doivent être mis en usage d'après certaines règles ou procédés, et les procédés ainsi que les instruments eux-mêmes perfectionnés suivant une certaine direction. La vraie métaphysique est en un mot la science des méthodes; méthode qu'elle fonde sur la connaissance des facultés de l'homme, et qu'elle approprie à la nature des différents objets" (30). Méthode que ne désaprouve pas A.M. Ampère, comme nous le verrons plus loin, dans toutes ses recherches de classifications, quels qu'en soient les objets à classer.

Chez les idéologues, l'analyse introduit une continuité sans faille entre la perception rationnelle de l'univers et la construction du savoir. La possibilité d'une coïncidence entre la structure analytique de la conscience et l'analogue structure de l'univers est le postulat commun de toute l'école.

Ainsi, n'est-il pas étonnant que la plupart des savants de l'époque aient été solidaires de l'idéologie. Lavoisier, Laplace, Monge, Biot, Haiiy, Berthollet, Lagrange et la plupart des

membres de la première classe de l'Institut. Les mots "analyse" ou "méthode analytique" deviennent synonymes "d'idéologie"; c'est elle qui permet aux différentes disciplines scientifiques de communiquer entre elles. L'association du philosophe et du savant dans le même individu, ce qui fut de façon exemplaire le cas d'A.M. Ampère, interdit à la métaphysique de s'égarer dans des spéculations à vide.

Mais les idéologues ont essayé de modifier Condillac tout comme les cartésiens, avant eux, avaient tenté de réformer Descartes.

Les débats théoriques entre Tracy, Cabanis, Dégérando, Maine de Biran, Ampère en témoignent : Tracy, par exemple, n'est pas un "généalogiste" qui cherche la genèse des facultés. Il s'agit bien, dans ses "Eléments d'Idéologie", d'analyser les facultés humaines mais l'inspiration est bien différente de celle de Condillac.

Il fait à Condillac les deux reproches inverses l'un de l'autre: d'avoir distingué quand il fallait unir, et d'avoir uni quand il fallait distinguer.

D'autre part et surtout, Condillac voit une série de facultés s'engendrant l'une l'autre, là où il convient de parler de facultés primitives et indépendantes. Or, comme le démontre Tracy, les sensations peuvent être simultanées sans se confondre, et cette simultanéité est un rapport immédiatement perçu. Il s'en suit que sensation, jugement et désir sont également primitifs.

Dans des problèmes qui offraient à Condillac les plus graves difficultés, l'attitude de Tracy se révèle particulièrement claire : la genèse de l'instinct, par exemple, n'est pour lui qu'un résultat immédiat de l'organisation, tout autant que les mouvements de la digestion.

Quant au problème de la perception extérieure, si compliqué chez Condillac, Tracy le résout par le sentiment de résistance que notre mouvement volontaire rencontre lorsqu'il s'applique à la matière. C'est cette façon de le résoudre qui attire l'attention de Maine de Biran comme nous le verrons plus loin.

L'opposition de Cabanis aux idées de Condillac se situe surtout au niveau des sciences morales. Selon lui, l'habitude que l'on a prise avec Condillac et Helvétius de séparer l'étude des facultés humaines du corps vivant, interdit tout espoir d'atteindre la certitude dans ces sciences.

Pour Cabanis, les six premiers mémoires des douze qui constituent les "Rapports du physique et du moral de l'homme", répondent à l'espoir d'égaler dans les sciences morales la certitude que l'on a dans les sciences physiques. Cabanis est un moniste pour qui la nature a, en elle-même, les conditions nécessaires et suffisantes de son progrès; le grand tort des analystes, selon lui, est d'avoir isolé le moral par une abstraction artificielle; si Condillac a eu raison de faire de toute opération mentale une sensation transformée, il n'a pas vu que les sensations ne sauraient se concevoir que dépendantes les unes des autres et liées à toutes les autres fonctions organiques.

Ainsi, même si les idéologues ne cessent de se réclamer de Condillac, il ne faut pas les confondre avec lui. La critique des idées de Condillac va prendre un essor décisif avec Maine de Biran et Ampère sur deux points fondamentaux.

La principale critique que fait Maine de Biran à la philosophie de Condillac, est que celle-

ci suppose présent à la sensation "le moi" qu'elle prétend faire sortir.

Comment croire en l'existence du monde matériel, extérieur à nous, à partir des modifications de notre âme? Y a-t-il une cause qui produise ces sensations, une cause indépendante du fonctionnement de notre esprit? Cette dernière question étant plus précisément, celle d'A.M.Ampère.

2°) Maine de Biran:

Maine de Biran, esprit religieux, dont la philosophie évoluera du spiritualisme au mysticisme, a reçu des idéologues le meilleur de sa formation et en particulier de Destutt de Tracy. Maine de Biran n'a pas rompu complètement avec l'idéologie, il s'en est écarté sans la renier dans un mouvement d'approfondissement de sa pensée. En fait, les idéologues furent les initiateurs de la pensée biranienne qui devait assurer à la métaphysique un champ entièrement nouveau, affranchi des limites tracées "a priori" (31,32,33,34,35).

Il y a, chez Maine de Biran, une méfiance très nette vis-à-vis "des systèmes": l'expérience est le seul mode de connaissance. Dès lors, une philosophie qui n'est pas "un système" n'est possible qu'à partir d'une expérience qui lui est propre, il s'agit toujours d'un "fait de sens intime". Ainsi, le philosophe est d'abord un psychologue et, qu'il s'agisse de la liberté, de la spirualité de l'âme ou de Dieu, les problèmes classiques de la philosophie ne recevront une solution que rapportés aux données immédiates de la conscience.

Elevé dans la philosophie de l'école condillacienne, Maine de Biran attache du prix à la méthode analytique et à l'expérience. Destutt de Tracy l'initie à cette véritable méthode qui lui permet de reconnaître, par expérience, l'existence du sujet, c'est-à-dire du "je sens que je sens", fondement du jugement de personnalité.

Son premier mémoire : sur "L'influence de l'habitude sur la faculté de penser", manifeste et précise l'opposition entre les deux domaines que toute la philosophie du XVIIIe, y compris celle de Condillac, avait confondus : l'activité réfléchie et la spontanéité; l'habitude, en effet, ayant des effets très différents sur nos facultés passives et sur nos facultés actives, est un réactif (au sens chimique du terme), qui permettra de distinguer avec sûreté ces deux facultés.

C'est un fait d'observation que la répétition émousse les modes de pure sensibilité, tandis qu'elle rend toujours plus distincts les éléments de connaissance : une odeur, une saveur s'émousse à la longue et finissent par devenir insensibles; par contre, nous marchons, parlons, jouons d'un instrument de mieux en mieux par la pratique. On est conduit à reconnaître que l'homme est actif dans le fait de la connaissance, ce que Maine de Biran appelle la perception, tandis qu'il est passif dans les pures sensations.

Cette distinction qui révèle l'activité du sujet dans le fait de la connaissance, est un germe étranger au sein du sensualisme, ce qui ne va pas tarder à le détruire de l'intérieur. En effet, dans un second mémoire ayant pour objet "La décomposition de la pensée", Maine de Biran rompt

nettement avec le sensualisme, il signale tout ce qu'il y a d'illusoire dans la prétendue analyse de Condillac, dans cette sensation qui est dite se transformer sans qu'on lui ait assigné aucun principe de transformation.

La sensation telle que la définissent les idéologues est passive par essence, aucune transformation ne saurait en faire sortir l'élément de l'effort, qui est l'élément actif.

Maine de Biran donne un tout autre sens au terme générique de pensée, la pensée c'est la distinction de la passivité et de l'activité en nous, de ce que nous subissons et de ce que nous faisons: non seulement le résultat est très différent, mais la forme de l'analyse l'est aussi. Il ne s'agit plus d'une analyse classificatoire mécanique, mais d'une analyse de décomposition "chimique" qui décèle en des réalités uniformes en apparence, des éléments hétérogènes.

Ainsi, pour Maine de Biran, le moi lorsqu'on lui applique la vraie méthode ne se présente pas comme un objet, mais comme un sujet, comme le sujet de toute connaissance. Sous quelle condition se manifeste-t-il? Cette condition, c'est la volonté, l'effort. Je ne suis moi qu'autant que j'agis "je veux, donc je suis". Par conséquent, l'effort est le fait primitif du sens intime. Ce fait ne peut être prouvé mais il est senti et il est justement primitif parce qu'il ne peut être prouvé.

Ainsi, si le philosophe du XVIIIe siècle et les idéologues s'étaient trouvés en difficulté pour expliquer la persistance de nos idées, ou l'expérience du moi, c'est parce qu'ils avaient prétendu que l'expérience provient uniquement des impressions extérieures. Pour Maine de Biran, les choses deviennent claires si nous portons notre attention sur l'expérience intérieure de la persistance de notre volonté vis-à-vis de la résistance que notre propre corps manifeste à cette volonté. Le centre est le "moi", la périphérie ou les impressions environnantes sont le "non moi".

Le fait primitif, c'est donc l'effort musculaire dans lequel le moi se connaît immédiatement comme une force hyperorganique produisant le mouvement d'un muscle; le moi ne se connaît qu'à titre de cause agissante sur une matière qui lui résiste. Cette expérience est, pour Maine de Biran, l'expérience de base de la causalité; et, la certitude de la relation expérimentée entre la volonté et le mouvement du corps est à la base de la liberté humaine : "J'en appelle au sens intime de chaque homme dans l'état de veille et de conscience ou de compos sui, pour savoir s'il a ou s'il n' a pas le sentiment de son effort qui est la cause actuelle de tel mouvement qu'il commence, suspend, arrête ou continue comme il veut et parce qu'il veut; et s'il ne distingue pas bien ce mouvement de tel autre qu'il sent ou perçoit dans certains cas s'opérant sans effort ou contre sa volonté, tels par exemple que les mouvements convulsifs de l'habitude" (36).

L'expérience interne ne nous donne aucune substance mais seulement une force active, individuelle, solidaire du terme passif sur lequel elle agit actuellement, il n'y a pas de sujet sans objet pas plus que d'objet sans sujet, ce qui est, non pas comme chez les Allemands, une proposition universelle mais l'expression d'une expérience individuelle et incommunicable : l'objet c'est la résistance, inséparable de la puissance.

Ainsi, pour Maine de Biran, le sujet loin d'être un agrégat de phénomènes, se découvre tel qu'il est dans son intériorité essentielle, son unité personnelle et sa liberté.

Il y a des questions non résolues dans la doctrine de l'effort, en particulier l'objection que soulève A.M.Ampère qui voudrait distinguer, quant à lui, le sentiment de la force qui se dépense et la sensation musculaire elle-même. Maine de Biran ne veut pas l'admettre. Ce sera un sujet de débat entre les deux amis, comme nous l'indiquerons plus loin. Notons simplement ici que le but de Maine de Biran s'enracine dans sa propre expérience personnelle; vaincre ou du moins tourner la fatalité physiologique qui a été, pour lui quotidiennement ,une vraie difficulté à vivre : "Comme je pense, écrit-il à Ampère, qu'il n'y a pas une idée intellectuelle, pas une perception distincte ou aucune perception proprement dite qui ne soit originairement liée à une action de la volonté, je ne peux m'empêcher de considérer le système intellectuel ou cognitif comme absolument fondé pour ainsi dire dans celui de la volonté et n'en différant que par l'expression" (37).

Pour Maine de Biran, l'homme en tant qu'homme est donc double dans sa nature. Tout ce qui en nous, est variable et relatif, tout ce qui subit l'influence des excitations du dehors, appartient à "l'affection", tout ce qui est absolu, permanent, tout ce qui dure indépendamment des circonstances accidentelles, aussi longtemps que la personne subsiste, dépend "de l'effort". Tout ce qui est libre constitue "le moral", tout ce qui est nécessaire "le physique". On peut établir ainsi quatre systèmes ou quatre mode réels de notre existence : le système affectif est la vie simple, la vie animale, puis le système sensitif, ou degré inférieur de l'effort; dans ces deux systèmes l'être intellectuel et moral est encore tout enveloppé dans les impressions venues du dehors. Un degré d'effort supérieur devient l'attention et fait le caractère du système perceptif, la connaissance est alors volontairement recherchée; le moi agit pour connaître ce qui n'est pas lui; il distingue les qualités premières et les qualités secondaires des objets, établit des classifications régulières à l'aide des idées générales, etc... et sa science n'est encore qu'une science extérieure, la science de la nature. Le moi peut enfin, par un degré d'effort supérieur, se discerner lui-même, acquérir la science de sa nature et de son action; il parvient aux idées universelles et nécessaires, il fonde les sciences mathématiques et les sciences métaphysiques; tel est le caractère du système réflexif, qui n'est autre que la conscience claire du fait primitif.

Mais la dérivation des idées universelles et nécessaires, telle qu'il l'établit à partir du fait primitif, soulevèrent des objections sérieuses, qui n'avaient pas échappé à Maine de Biran luimême. Vers 1818, il réalise que si l'effort est la condition tout à la fois des perceptions sensibles et des notions intellectuelles, il ne crée pas les idées, pas plus qu'il ne crée les objets. Les idées ne dépendent pas de la volonté, elles s'imposent et donc elles se manifestent comme ayant une valeur objective, une valeur absolue. Dès lors, la pensée de Maine de Biran, pour atteindre l'universel, s'oriente vers le mysticisme. La vie de l'esprit n'est pas en continuité avec l'effort humain, elle ne peut naître que par un appel de Dieu, qui est à notre âme ce que notre âme est à notre corps. A côté de son activité propre, l'âme a "des facultés et opérations qui tiennent à un principe plus haut qu'elle même, et ces opérations s'exécutent dans son fond et à son insu;... intuitions intellectuelles, inspirations, mouvements surnaturels où l'âme désappropriée d'elle même est tout entière sous l'action de Dieu"(38).

Maine de Biran connait Kant assez mal et de seconde main. Il lui reproche surtout de faire en sorte que sa ligne de démarcation établie entre le sujet et l'objet, entre la forme et la matière, n'aboutisse en définitive qu'à une distinction purement logique. Le sujet et l'objet ne sont plus que deux abstractions et toute réalité ne consiste plus que dans l'union de ces deux éléments abstraits.

Dès lors, il ne saurait plus être question, comme chez Kant, des conditions de la possibilité de l'expérience, mais de l'expérience comme un donné que notre tâche est d'approfondir pour aboutir à l'être: "La métaphysique sera donc une science réelle et positive: celle des phénomènes intérieurs et de toutes les idées qui peuvent s'en déduire, en tant qu'elle partira du fait de conscience comme donnée primitive, qu'il s'agit de constater, et non d'expliquer ou d'analyser" (39).

Maine de Biran ayant eu, tout comme A.M.Ampère, à se démarquer du système kantien, dans leur correspondance commune on les voit tout deux évoquer l'existence des noumènes et la possibilité de les connaître. Nous verrons plus loin qu'Ampère revendique comme sienne la théorie d'après laquelle c'est parce que les relations préexistent dans les causes nouménales des phénomènes qu'elles peuvent, d'après les lois de notre organisation, se manifester entre les phénomènes eux-mêmes.

Maine de Biran devance son époque en instaurant, sur la base de l'expérience intérieure, la distinction méconnue par la logique transcendentale de l'ordre logique et de l'ordre réel. Sa méthode, toute expérimentale, est celle des idéologues. Il s'agit de l'analyse : celle-ci, à condition de respecter le donné, de ne pas faire évanouir la réalité de l'être en le dissociant en ses éléments abstraits, s'avère féconde. Mais cette analyse doit s'achever dans une synthèse qui nous restitue le sujet dans son être concret et individuel par une suite de jugements intuitifs liés.

D'après Bergson, c'est à Maine de Biran que revient le mérite d'avoir placé la philosophie à mi-chemin entre un empirisme qui ne reconnait que les phénomènes et un dogmatisme métaphysique qui prétend atteindre, dans son essence, les choses en soi.

C'est dans la conscience que Maine de Biran a trouvé l'intermédiaire cherché entre l'être et le paraître, entre le relatif et l'absolu.

Comme nous allons le voir, le système kantien s'oppose à la philosophie de Maine de Biran. Maine de Biran a soutenu que l'esprit humain est capable, sur un point au moins, d'atteindre l'absolu et d'en faire l'objet de ses spéculations : la connaissance que nous avons de nous-mêmes, en particulier dans le sentiment de l'effort, est une connaissance privilégiée qui dépasse le pur phénomène et qui atteint la réalité en soi.

III LE SYSTEME KANTIEN

Comme s'accordent à le dire les différents auteurs que nous avons consultés (40,41,42,43,44), la pemière ambition annoncée par le mot "critique" qui se retrouve dans le titre des trois oeuvres capitales de Kant, est celle de décider définitivement du sort de la métaphysique, de s'assurer qu'elle est possible et d'en faire une science.

En montrant que la relation de cause à effet est une nécessité purement subjective, une habitude que nous prenons pour une nécessité objective, Hume a ruiné toute la métaphysique dogmatique qui au XVIIe siècle reposait sur les notions de substance et de cause, mais sa philosophie conduit au scepticisme. Kant remarque que contrairement à ce que dit Hume, notre raison ne peut se borner à l'expérience. D'autre part, si la causalité n'est qu'une habitude, comment se fait-il que les lois découvertes par Galilée et Newton permettent de prévoir les phénomènes sans risque d'erreur? Si l'on parvient à savoir comment les mathématiques et la physique ont acquis le statut de sciences et ce qui les caractérise comme telles, on disposera du même coup d'un critère permettant de décider de l'aptitude de la métaphysique à y parvenir et de trouver la voie qu'elle devra suivre à cette fin.

Pour répondre à cette question, Kant va prendre le problème à la racine et s'interroger sur les possibilités mêmes de la raison, chercher dans la raison elle-même, les règles et les limites de son activité.

Faire la critique de la raison par la raison elle-même, c'est-à-dire discerner ce que la raison peut faire et ce qu'elle est incapable de faire : "Je n'entends pas par-là une critique des livres et des systèmes, mais du pouvoir de la raison en général, par rapport à toutes les connaissances auxquelles elle peut aspirer indépendamment de toute expérience, par conséquent la solution de la question de la possibilité ou de l'impossibilité d'une métaphysique en général et la détermination aussi bien de ses sources que de son étendue et de ses limites tout cela suivant des principes (45).

Kant va être amené à distinguer les connaissances "a posteriori" qui proviennent de l'expérience et les connaissances "a priori" qui ne dérivent pas de l'expérience mais la précèdent et en sont la condition.

"Par connaissances" a priori" nous entendrons désormais non point celles qui ne dérivent pas de telle ou de telle expérience, mais bien celles qui sont absolument indépendantes de toute expérience. A ces connaissances "a priori" sont opposées les connaissances empiriques ou celles qui ne sont possibles " qu'a posteriori ", c'est-à-dire par l'expérience. Mais, parmi les connaissances "a priori", celles-là sont appelées pures auxquelles n'est mêlé absolument rien d'empirique.

Par exemple, cette proposition: Tout changement a une cause, est bien "a priori", mais n'est point pure cependant, puisque le changement est un concept que l'on peut tirer de l'expérience (46).

Il est nécessaire de distinguer trois sortes de jugements par lesquels procèdent toutes nos connaissances : un jugement est dit analytique lorsqu'il se contente d'expliciter un concept, d'analyser son contenu : il ne nous apprend rien. Les jugements analytiques sont "apriori"; point n'est besoin de recourir à l'expérience pour les formuler. Un jugement est synthétique au contraire lorsque le prédicat n'est pas contenu dans le sujet. Tout jugement d'expérience est à la fois synthétique et "a posteriori". Il existe une troisième forme de jugements : les jugements synthétiques "a priori" qui nous apprennent quelque chose de nouveau, mais qui ne s'appuient pas sur l'expérience. C'est de cette espèce de jugements que procède la science, ils lui permettent de progresser sans cesse. Universels et nécessaires, ils amènent les mathématiques et la physique sur la voie de la certitude.

Les mathématiques ne dépendent, en effet, d'aucune expérience; les principes sont liés nécessairement à la nature de la pensée et par suite à la détermination "a priori" de son objet.

Mais alors, puisque ce n'est pas sur l'expérience, sur quoi de tels jugements peuvent-ils prendre appui pour sortir du concept, le dépasser et l'accroître? Comment peut-on se représenter des objets lors même que les choses ne sont pas données et présentes ? Comment la raison peut-elle connaître "a priori" ? Comment des jugements synthétiques "a priori" sont-ils possibles? La réponse à ces questions est ce que Kant, dans la préface de la seconde édition de "La critique de la raison pure",(1787) dénommera sa "révolution copernicienne". Copernic a utilisé un schéma qui s'est trouvé particulièrement fécond en astronomie : faire tourner la terre autour du soleil au lieu de faire tourner le soleil autour de la terre. La "révolution copernicienne" de la connaissance consistera donc à chercher du côté du sujet les clefs d'une objectivité que l'objet ne permet pas de fonder. Ce qui ne manque pas de renverser complètement le point de vue sur la connaissance et le réel.

Le postulat initial de tout le système kantien, et la difficulté majeure qu'il soulève en même temps, revient à dire "que nous ne pouvons connaître les choses "a priori" que dans la mesure où nous les faisons nous-mêmes" (47).

Ainsi, "au lieu d'admettre, comme on l'afait jusqu'ici, que toutes nos connaissances doivent se régler sur les objets... [il vaut mieux supposer] que les objets se règlent sur notre connaissance, ce qui permet d'expliquer beaucoup mieux la possibilité d'une connaissance "a priori" de ces objets avant même qu'ils nous soient donnés" (48).

Mais ce changement radical de perspective et de méthode implique, pour sa justification et sa mise en oeuvre, divers autres présupposés ou distinctions essentielles.

Le premier de ces présupposés consiste dans la distinction entre la sensibilité et l'entendement ce qui revient à dire qu'il existe deux sources de la connaissance, l'intuition et le concept, et les deux sources de notre connaissance sont indissociables. "Notre connaissance dérive dans l'esprit de deux sources fondamentales; la première est le pouvoir de recevoir les représentations [la réceptivité des impressions], la seconde celui de connaître un objet au moyen de ces représentations [spontanéité des concepts]. Par la première un objet nous est donné; par

la seconde il est pensé en rapport avec cette représentation. (...) Si nous appelons sensibilité la réceptivité de notre esprit, le pouvoir qu'il a de recevoir des représentations en tant qu'il est affecté d'une manière quelconque, nous devrons en revanche nommer entendement le pouvoir de produire nous-mêmes des représentations ou la spontanéité de la connaissance. Notre nature est ainsi faite que l'intuition ne peut jamais être que sensible, c'est-à-dire ne contient que la manière dont nous sommes affectés par les objets, tandis que le pouvoir de penser l'objet de l'intuition sensible est l'entendement. Aucune de ces deux propriétés n'est préférable à l'autre. Sans la sensibilité, nul objet ne nous serait donné et sans l'entendement nul ne serait pensé. Des pensées sans contenu sont vides, des intuitions sans concept, aveugles" (49).

Ainsi en supposant que ce sont les objets qui se règlent sur notre connaissance, nous serons à même d'expliquer que celle-ci puisse être " a priori", c'est à dire conforme aux normes que le pouvoir de la raison tire de lui-même et n'attend pas de l'expérience.

Le second présupposé porte sur la nature de l'espace et du temps. Il y a deux formes a priori de la sensibilité : l'espace, forme du sens externe, permet d'ordonner les objets hors de nous : c'est à travers le temps, forme du sens interne, que l'esprit perçoit ses états intérieurs.

"Nous isolerons tout d'abord la sensibilité, en faisant abstraction de tout ce que l'entendement y pense par ses concepts, pour qu'il ne reste rien que l'intuition empirique. En second lieu, nous écarterons encore de cette intuition tout ce qui appartient à la sensation, pour qu'il ne reste rien que l'intuition pure et la simple forme des phénomènes, seule chose que puisse fournir " a priori " la sensibilité. De cette recherche, il résultera qu'il y a deux formes pures de l'intuition sensible, comme principes de la connaissance " a priori", savoir : l'espace et le temps" (50).

Il ne faudra donc désormais plus voir dans l'espace et le temps ni des propriétés des choses dont nous n'aurions qu'une perception encore obscure, ni des concepts que nous aurions formés par abstraction. Kant considérant l'espace et le temps comme formes "a priori" de notre sensibilité, l'espace devient la simple condition de la possibilité des phénomènes extérieurs, de même que le temps devient la condition formelle "a priori" des phénomènes intérieurs. C'est la subjectivité et l'idéalité de ces formes de la sensibilité qui en garantit la réalité objective.

De plus, les intuitions sensibles doivent être réunies et coordonnées pour être converties en connaissance, la faculté qui se charge de le faire est l'entendement. Mais celui-ci ne peut remplir sa fonction qu'au moyen de certaines lois "a priori" ou de certains concepts purs, auxquels il ramène la diversité des intuitions que lui fournit la sensibilité, de même que la sensibilité ne peut remplir la sienne que sous certaines conditions qui sont les formes mêmes de l'intuition.

C'est pourquoi, le donné, saisi par l'intuition sensible, doit encore être mis en forme par les catégories de notre entendement, sorte de grille qui ne provient pas de l'expérience mais qui permet de structurer notre expérience sensible. Kant s'inspire de la classification aristotélicienne: quantité, qualité, relation et modalité. Ces catégories de l'entendement sont les conditions " a priori" de la connaissance des objets sensibles de même que les formes de la sensibilité sont les

conditions "a priori" de l'intuition de ces objets. Les catégories ne peuvent être considérées comme des lois objectives, elles sont les lois de notre esprit et qui disparaitront sans doute avec lui.

Ainsi, le seul usage légitime des principes de l'entendement dans la connaissance est celui qui s'exerce dans les limites d'une expérience possible dont l'entendement anticipe la forme, et comme ce qui n'est pas phénomène ne peut pas être objet de l'expérience, la connaissance ne saurait transgresser les limites de la sensibilité à l'intérieur desquelles les objets dont donnés.

D'où il suit que nous ne connaissons pas les choses comme elles sont en elles-mêmes à l'état de "noumènes", mais comme elles nous apparaissent sous certaines conditions subjectives déterminées par la nature de notre esprit, c'est à dire à l'état de "phénomènes". "Les choses qui apparaissent à nos sens, en tant qu'on les pense à titre d'objets suivant l'unité des catégories, s'appelent phénomènes. Mais si j'admets des choses qui soient simplement des objets de l'entendement et qui pourtant peuvent être données, comme telles, à notre intuition, sans pouvoir l'être toutefois à l'intuition sensible (...), il faudrait appeler ces choses des "noumènes" (51).

Ainsi, pour Kant, notre perception des choses est réglée par les formes "a priori" de notre sensibilité, les intuitions pures que sont l'espace et le temps absolus de Newton et nous n'atteignons que le phénomène; "la chose en soi" nous est inconnaissable ; les relations que nous mettons entre "ce qui apparaît", nécessaires à l'intelligibilité du réel, traduisent moins les relations entre les choses que les "a priori" de notre esprit.

Ainsi, le système kantien repose en dernier ressort sur l'intuition puisque c'est elle qui fournit la matière ou le contenu de la connaissance et que toute pensée finalement est à son service.

"De quelque manière et par quelque moyen qu'une connaissance puisse se rapporter à des objets, le mode par lequel elle se rapporte immédiatement à eux et que toute pensée prend comme moyen pour les atteindre, est l'intuition" (52).

Toute la question est donc de savoir quelle est la nature de ces intuitions. "... C'est donc au moyen de la sensibilité que les objets nous sont donnés, et c'est elle seule qui nous fournit des intuitions... toute pensée doit, en dernière analyse, soit directement soit indirectement, se rapporter à des intuitions, et par conséquent, chez nous à la sensibilité, puisque aucun objet ne peut nous être donné autrement" (53).

Dès lors, puisque "notre nature veut que l'intuition ne puisse jamais être que sensible pour nous", il ne peut exister pour Kant d'intuition intellectuelle, l'entendement ne peut jamais être intuitif : assertion lourde de conséquences, puisqu'elle cantonne la connaissance aux seuls phénomènes, ce que refuse précisémment A.M.Ampère. Il n'a pu, nous dit son fils, se résoudre à admettre l'absence de réalité du monde physique :

"Toute vérité s'éclipse, s'écriait-il; dès lors plus de science des faits; l'histoire naturelle, la physique, la chimie, disparaissent; si les propriétés que nous observons dans les objets qui nous environnent ne sont que des modifications de notre propre être, sans rapports à ces objets, comment pourrions-nous en tirer aucune conséquence relativement à leur action réciproque? La

poussière des étamines ne fécondera plus les germes cachés au fond du calice de la fleur; mais, il me semblera seulement que cela est ainsi !" (54).

A.M.Ampère a trouvé dans l'amitié de Maine de Biran un soutien pour ses propres spéculations métaphysiques. Bien que la question fondamentale à résoudre pour ces deux penseurs ne soit pas la même : l'existence du moi volontaire et libre pour Maine de Biran , et l'existence du monde extérieur donc des sciences cosmologiques pour A.M.Ampère, c'est en approfondissant les difficultés soulevées par les doctrines philosophiques de l'époque, en particulier le sensualisme de Condillac et l'idéalisme kantien, qu'ils donnèrent à leur pensée une direction originale.

Ainsi, comme le dit son fils, A.M.Ampère "a porté des coups mortels à la philosophie de la sensation et au matérialisme, en limitant le fait de la sensation et en précisant la notion de la matière. D'autre part, il s'est séparé de l'idéalisme, en établissant la réalité des choses comme existant au dehors de notre esprit. Par là, il a fermé la porte au scepticisme, au scepticisme matérialiste de Hume, comme au scepticisme spiritualiste de Berkeley. Il a combattu chez Kant la conception des substances et de leurs rapports, donnée comme une condition subjective de l'entendement humain; et chez Reid, chef de l'école écossaise, la supposition gratuite et contraire aux faits d'une perception de la substance, qui, si elle était, ne serait elle-même qu'un phénomène subjectif de l'entendement. Il est resté fidèle à cette hauteur d'analyse qu'il signale dans la grande école de Descartes. L'histoire de la philosophie dira quel est son rang parmi les génies inventeurs qui ont fait faire à cette science de véritables progrès. Je crois que cette place sera digne de celle qu'il occupe dans l'histoire des sciences mathématiques et de la physique" (55).

A.M.Ampère après avoir promené son esprit sur les autres connaissances le ramène à la connaissance de lui-même et s'efforce d'appliquer aux problèmes métaphysiques, les procédés en usage dans les sciences physiques et naturelles: "ma pensée a été pour moi comme une de ces machines ingénieuses qui produisent des merveilles entre les mains d'un ouvrier ignorant; je voulus connaître l'instrument dont je m'étais servi avec succès, persuadé que la lumière dont je l'aurais éclairé rejaillirait sur les résultats que j'aurais obtenus.

"La marche qu'on a suivie jusqu'à présent, la synthèse, est cause du peu de progrès de la métaphysique... c'est moins l'analyse des sciences les plus abstraites qui convient ici, que celle des sciences de fait, l'analyse chimique... Il suffit de voir la révolution de la chimie pour tracer la marche à celle de la métaphysique" (56).

Nous allons maintenant examiner, pas à pas, la démarche qu'a suivie Ampère. Pour établir un pont entre, d'une part, le subjectif, ce qui nous apparait, les phénomènes et, d'autre part, l'objectif, "la chose en soi" qui existe indépendamment de nous; il va partir de la sensation pour remonter jusqu'à la matière et à l'âme. Il lui faudra redéfinir les concepts de base : la sensation,

le moi, l'espace et le temps, faire la genèse de la formation des idées, des jugements et des raisonnements, établir une théorie: celle "des rapports", émettre une thèse: celle des "quatre systèmes" pour parvenir à une classification générale des faits intellectuels puis à une classification générale des sciences et connaissances humaines.

Sa philosophie lui permettra de prouver l'existence de trois choses : l'univers matériel, indispensable à son travail de savant, l'âme immortelle et Dieu, indispensables à sa foi religieuse qu'il ne pouvait concevoir étrangère à la raison.

CHAPITRE 2

La Psychologie ou Science de l'intelligence.

Pour bâtir sa psychologie, Ampère part de la distinction entre le monde phénoménal et le monde nouménal. Il convient de faire une "distinction entre ce qui est relatif à nous et n'existe que pour nous et par nous et ce qui est en soi, indépendamment de tout rapport avec notre propre existence". (1)

Selon Ampère: "nous ne connaissons que par nos impressions le monde phénoménal où les couleurs sont des objets, où le soleil a un pied de diamètre, où les planètes rétrogradent, etc; les physiciens, et les astronomes conçoivent un monde nouménal hypothétique, où les couleurs sont des sensations excitées dans l'être sentant par certains rayons et qui n'existent qu'en cet être; où le soleil a 307 000 lieues de diamètre, où la terre est un sphéroïde aplati qui tourne autour de lui, où les planètes se meuvent toujours dans le même sens, etc." (2).

Ampère demande à la psychologie de démontrer la coïncidence du monde nouménal hypothétique, le monde intelligible, et du monde phénoménal, le monde sensible, et ainsi d'établir la vérité de la science : du système du monde de Laplace, de la cristallographie d'Haüy,...

Comme le fait remarquer son fils: "la première chose à faire est de distinguer ce qui est en nous, et ce qui est hors de nous, ce qui n'existe qu'en tant que nous l'apercevons, et ce qui existe en soi indépendamment de notre aperception. Ceci est fondamental en philosophie... Cette distinction entre la sensation, fait de l'âme, et la cause de cette sensation, objet matériel connue des philosophes de l'antiquité, a été mise dans tout son jour par Descartes, exposée et développée par Locke, par Reid le chef de l'école écossaise. Mon père l'a complètement admis; mais il a fait un pas de plus, il l'a appliquée à l'espace et au temps" (3,4).

Maine de Biran a transporté cette distinction "dans les profondeurs de notre nature morale et dans les racines mêmes de notre activité intérieure... Il a fait pour l'âme ce que Descartes avait fait pour la matière : il a distingué la substance spirituelle du sentiment qu'elle a d'elle-même, comme Descartes avait distingué des corps matériels les sensations qu'ils produisent". (5).

Il a ainsi conçu un moi phénoménal et un moi nouménal.

"De même que nous n'apercevons pas la matière elle-même mais seulement la sensation qu'elle produit en nous, de même nous ne saurions apercevoir directement la substance de notre âme; et de même que la matière en affectant notre sensibilité produit en nous certaines impressions, de même l'âme dans l'exercice de son activité produit en elle le sentiment de cette activité. Ce sentiment n'est pas plus l'âme que la sensation n'est la matière; mais, c'est par lui que nous avons conscience de nous-mêmes, de notre liberté, de notre personnalité, que nous disons "je". Ampère reprend les conséquences de cette découverte de Maine de Biran et développe l'idée par laquelle "un effet peut être rattaché à une cause [et qui permet] de démontrer l'existence des êtres matériels et spirituels et l'existence de Dieului-même (6)". Il insiste sur la permanence de ces causes :"J'appelle ces causes des noumènes, en tant qu'ils sont conçus subsister indépendamment de la croyance qu'ils existent ainsi; comme je les conçois existants avant que j'y pensasse, et devant continuer d'exister quand je cesserai d'y penser" (7).

Il conçoit donc les mondes nouménal et phénoménal, l'âme et le moi phénoménal dans un rapport de cause à effet entre deux termes dont nous avons conscience, entre ce qui est véritablement sans nous apparaître et ce qui nous apparaît. "La substance de l'âme existe à son insu, comme la matière, comme l'espace, comme le temps absolu existent en l'absence de nos sensations. C'est, comme on le voit, la même distinction transportée au fond de nous, comme elle a été appliquée au monde extérieur. Pour notre âme aussi, il y a ce qui nous apparaît et ce qui est véritablement, sans nous apparaître" (8).

Quant à l'espace et au temps, Kant considère qu'ils ne sont rien en soi, et nous ne pouvons les considérer que comme les "conditions subjectives de notre manière de nous représenter les choses". L'espace est alors la condition de la possibilité des phénomènes extérieurs et le temps celle de la possibilité des phénomènes intérieurs.

Ampère applique la même distinction à l'espace et au temps "la contiguïté des sensations lui a révélé l'étendue apparente ou phénoménique, la permanence du moi lui a révélé la durée subjective..., qui naît de la succession de nos actes internes" (9); et, il conçoit l'espace réel et infini, le temps réel comme leurs causes.

Pour Ampère, l'enjeu est de dépasser les problèmes philosophiques dans lesquels se trouvent enfermés les penseurs de son temps : il ne se contente pas de la prise de position kantienne, car la distinction noumène/phénomène "jette dans la connaissance un abîme infranchissable".

Mais, une fois la pensée séparée de la réalité avec laquelle ceux qui ne philosophent pas tendent toujours à la confondre, l'être humain se trouve démuni, comme saisi de vertige. Les philosophies se sont emparées de ce problème et pour tenter de le résoudre ont sacrifié, nous dit Jean-Jacques Ampère, soit la matière comme Berkeley, soit l'esprit comme les matérialistes du XVIIIe siècle, pour lesquels l'intelligence se réduit à la sensation.

Ainsi pour Ampère, la distinction entre ce qui est "objectif" et ce qui est "subjectif", entre ce qui est apparent, le phénomène et ce qui est conçu comme existant réellement et indépendamment de nous, le noumène, s'applique tout à la fois à la matière, à l'âme, à l'espace et au temps; dès lors, il devient impératif de chercher un pont entre les possessions de notre intelligence réduite à elle-même et toutes les grandes réalités que nous croyons exister en dehors de nous. Comment sortir la pensée de son enfermement dans le monde subjectif comme A.M.Ampère voit la doctrine kantienne la maintenir?

I ELABORATION DES PRINCIPAUX CONCEPTS:

A.M.Ampère s'efforce de redéfinir les concepts de base de la science de l'âme, pour cela, il va partir de la sensation en tant que fondement pour atteindre la réalité de la matière et celle de l'âme.

1°) De la sensation :

Ampère a remis la sensation à sa juste place. Il est vrai que la sensation précède tout le reste mais "la sensation, disait mon père, est tellement incapable de savoir, qu'elle est incapable de se tromper; c'est comme l'instinct des animaux, dont le caractère et l'infériorité, est d'être infaillible. L'abeille construit toutes les cellules de sa ruche parfaitement régulières, parce qu'elle obéit aux lois mécaniques de l'instinct. L'homme peut se tromper, et c'est là sa grandeur; car il ne peut se tromper que parce qu'il est intelligent. De même, nos sens ne nous abusent jamais. Ce qui nous abuse, ce sont les conclusions que nous tirons de nos sensations. Cette tour, de loin, me paraît ronde, et elle est carrée; l'erreur n'est pas dans ma sensation; elle est dans le jugement que je forme à propos de cette sensation. Nos sens ne peuvent nous tromper sur la nature réelle des choses, parce qu'ils ne peuvent rien nous en apprendre" (10).

La sensation mérite pourtant d'être étudiée avec attention car elle contient des éléments qui serviront à construire des idées. A.M.Ampère distingue une partie représentative et une partie affective dans la sensation.

L'image diffère de la sensation "Après que l'impression a cessé, dit mon père, l'organe qu'elle a fait réagir conserve son aptitude à reproduire la même réaction, même en l'absence de la cause qui l'avait d'abord produite. Ainsi naît l'image" (11).

Ainsi, les associations qui s'établissent entre les sensations présentes et les images d'une sensation passée expliquent à quel point les images des sensations antérieures modifient nos sensations actuelles, elles peuvent nous faire voir plus que nous ne voyons et entendre plus que nous n'entendons.

Les sensations sont à l'origine de la formation de l'image de l'étendue, produite en nous par la simple faculté de sentir et de réagir sur des substances : Cette image de l'étendue qui procède d'un ensemble de sensations visuelles juxtaposées peut tout aussi bien s'obtenir en promenant notre main sur des surfaces. La juxtaposition des images tachetées donne aux aveugles de naissance la notion d'étendue obscure dont ils ont une image puisqu'ils s'y meuvent et s'y dirigent. "En effet, la sensation existe mais il y a personne encore qui se voie sentir. La nature extérieure frappe à la porte de l'âme : mais l'hôte n'est pas éveillé et n'entend pas. L'être qui ne fait que sentir ne peut même pas savoir qu'il sent" (12).

Ainsi, dans ce lieu du monde intérieur qu'Ampère nomme sensitif, l'homme ne saurait se

distinguer de l'animal. Il est nécessaire d'aborder une autre région où l'être devient actif et libre et "ainsi combinant les matériaux que les sens lui fournissent avec les produits de son énergie propre, et ainsi s'élevant à la notion de cause, de la durée, de la matière, de l'âme, il découvrira les rapports qui lient les choses, les lois qui les gouvernent, et l'intelligence qui les a créees" (13).

Le sentiment du moi est donc propre à l'homme, à l'homme en possession de lui-même. A.M.Ampère réfute absolument la thèse de Condillac disant de l'homme "il n'est qu'un être sentant, un être passif qui s'ignore, parce que le sentiment de son existence ne peut lui être donné que dans l'action" (14).

2°) Du sentiment de notre personnalité ou du moi :

Descartes qui disait "je pense, donc je suis", nous dit J.J.Ampère, confondait avec le sentiment de notre personnalité la substance même de notre âme. Condillac, quant à lui, déclarait que le Moi est une abstraction et que seule la sensation est réelle. Kant affirmait: "Notre propre moi, considéré comme objet de notre pensée, n'est aussi pour nous qu'un phénomène nous ne savons rien, nous ne pouvons rien savoir de ce qu'il est en lui-même" (15). C'est à Maine de Biran et à A.M.Ampère que reviennent l'honneur, d'après J.J.Ampère, de réhabiliter pleinement le Moi. Maine de Biran a particulièrement bien étudié le fait complexe consistant à contracter un muscle pour lever notre bras, avec l'intention de le lever. En plus de la sensation musculaire, j'ai, quand je lève volontairement le bras, le sentiment d'un effort fait librement et que je pourrais ne pas faire. Cela me donne l'intuition de moi-même comme agissant.

Les conséquences de cette observation sont capitales "car je suis parvenu à surprendre ma personnalité en acte, à m'apercevoir nettement moi-même" (16).

De plus, cet effort voulu me procure l'idée de cause à effet; cette idée ne pouvait me venir spontanément par le seul spectacle du monde extérieur.

Les sensations, nous l'avons vu, étaient successives et variables, par contre, le sentiment du moi est "permanent et identique à lui-même". A.M.Ampère rend compte de la persistance de notre personnalité en expliquant : "Ce qui donne à l'emesthèse (ou) sentiment du moi, le caractère de personnalité, c'est qu'elle agit toujours comme cause d'effets différents" (17). Ainsi nous comprenons que notre individualité qui s'aperçoit dans une suite d'événements et qui s'interrompt parfois "ne se perd pas à travers cette succession et les alternances d'aperception et d'oubli, mais nous apparaît comme le principe permanent et identique à lui-même de notre vie intellectuelle" (18).

Mais la fécondité du fait observé par Maine de Biran dans l'effort volontaire n'est pas épuisée pour autant dans l'esprit d'A.M.Ampère. Il va s'en servir pour expliquer comment nous passons à la notion du monde extérieur tant matériel que spirituel.

C'est par le principe de causalité qu'A.M.Ampère y parvient. Si nous nous observons nous-

mêmes dans cet acte libre qui produit l'effort, nous découvrons en nous le rapport qui lie la cause à l'effet.

Quand je fais un effort, j'ai bien conscience que c'est moi qui en suis la cause; dans le même temps l'effet que j'ai produit et que je constate est bien la sensation musculaire. "Le rapport de cause à effet n'est plus une supposition, c'est un fait de conscience qui nous apparaît aussi clairement et immédiatement que nous nous apparaissons à nous-mêmes" (19).

Le problème qui se pose alors est de savoir s'il est légitime de transporter cette idée au dehors "Car nous croyons à autre chose que nous-mêmes; nous croyons à des corps existant indépendamment des sensations dont ils nous affectent, placés dans un espace réel et infini et qui subsiste quand nous fermons les yeux et que nous ne voyons plus l'étendue" (20).

3°) Connaissance de la matière et de l'espace :

Il importe de savoir maintenant comment nous sommes parvenus à concevoir la matière, l'espace réel, l'âme et le temps réels.

Descartes avait mis l'accent sur cette distinction entre la qualité sensible et l'idée de substance. L'examen du morceau de cire qui se transforme lorsqu'on le soumet à différents traitements, montre que toutes ses qualités sensibles s'évanouissent, tandis que la même cire reste. "Cette substance n'est donc ni la couleur, ni la blancheur, ni la figure, ni le sens, ni l'attouchement" (21). Mais Descartes n'avait pas réussi à expliquer comment l'esprit peut voir immédiatement ce qui est hors de lui : "Sa perception n'est point une vision, ni un attouchement, ni une imagination... mais seulement une inspection de l'esprit" (22).

Or, A.M.Ampère, nous dit son fils, "a établi que l'idée de substance matérielle n'était pas une aperception immédiate, mais la conception d'une cause inconnue et non aperceptible en soi, que ce n'était pas un fait primitif, mais le résultat du développement de notre intelligence, et l'application au monde extérieur du principe de causalité, découvert au dedans de nous-mêmes et transporté au dehors " (23).

En effet, les sensations apparaissent au moi comme extérieures à lui ; l'exemple de l'effort volontaire pour lever le bras nous en donne clairement conscience, c'est ce même rapport d'extériorité, transporté au dehors, qui va rendre possible la conception du monde extérieur.

Si, par exemple, un corps matériel arrête notre main, nous nous trouvons alors devant une sensation que nous n'avons pas produite nous-mêmes, autrement dit, nous n'en sommes pas la cause. Mais alors, quelle peut bien en être la cause? "Par là ,nous sommes amenés à concevoir que quelque chose existe hors de nous, c'est ce que mon père appelait le jugement objectif; là il voyait l'origine de notre idée de l'existence matérielle" (24).

Ces substances matérielles nous apparaissent primitivement comme des forces qui s'exercent contre notre moi. La substance, conçue comme force, n'est pas une croyance entièrement fausse : "on peut dire que sans la force d'expansion, il n'y aurait ni solidité, ni

impénétrabilité" (25).

Nous nous rendons compte que les corps matériels, causes de nos sensations passagères, sont permanents et subsistent. Ils existent encore après avoir produit des sensations sur nos organes, de même qu'ils existaient avant le moment de cette action.

"Lorsqu'en éprouvant une sensation nous avons l'idée d'une cause qui l'a produite en agissant sur nos organes, et qui existait avant de la produire, comme elle continue d'exister quand elle a cessé d'agir et que la sensation n'existe plus, c'est à cette idée que nous donnons le nom de corps; et cette idée est celle de la substance matérielle. A cette idée, se trouve jointe aujourd'hui celle des diverses propriétés de ces corps; d'abord, l'idée de la propriété qu'il a de produire effectivement en nous cette sensation; puis, celle d'être d'un certain volume et d'un certain poids; d'être formée par l'aggrégation d'une multitude de molécules, et susceptible d'être transportée d'un lieu à un autre" (26).

Pour A.M.Ampère, les qualités premières : la solidité, la figure, le nombre et le mouvement sont des relations, des relations entre les noumènes. "Les relations des noumènes, dit-il, existent avant que nous le sachions et indépendamment de cette connaissance; ce sont les qualités premières de Locke" (27). Et, c'est parce que cette relation est la même entre les sensations dont se compose l'étendue phénoménale relative à nous, et l'étendue réelle qui ne dépend pas de nous, que nous pouvons transposer, hors de nous, cette relation aperçue d'abord en nous : "il n'y a d'étendue que quand il y a des choses coordonnées par juxtaposition continue. Si ces choses sont des phénomènes, ce qui nous apparaît et n'existe point hors de nous, comme les sensations, l'étendue est dite phénomènale, apparente; si ce sont des noumènes, des substances conçues comme indépendantes de nous, elle est dite nouménale, réelle, objective. La relation est la même dans les deux cas " (28).

Mais l'étendue est une qualité qui n'est pas propre à la matière uniquement puisque nous concevons une matière placée dans l'espace vide. L'espace est donc vide là où la matière ne le remplit pas : "L'espace immobile, pénétrable, en partie vide, en partie plein, disséminé dans le plein. En soi, l'espace est vide. Le remplissez-vous d'un fluide subtil? Alors entre les molécules de ce fluide, qu'y a-t-il -? Un autre fluide ? Et entre les siennes ?"(29)

4°) L'âme et le temps :

Pas plus que la matière en soi, l'âme en soi ne saurait être directement perçue, ainsi le problème de la conception de l'âme et du temps réel doit être abordé de la même façon que celui de la conception de la matière et de l'espace absolu. "C'est encore par ce principe de causalité qui se découvre dans le déploiement de notre activité libre et dans l'accomplissement de l'effort qu'elle a voulu, qu'on s'élève [d'après A.M.Ampère] à la conception de l'âme et du temps réel." (30).

En effet, le principe de causalité nous a permis d'hypothétiser la matière comme cause de la résistance ressentie quand nous effectuons nos mouvements, puis comme cause de nos sensations. Nous sommes conduits par ce même principe de causalité à attribuer nos mouvements corporels à un être existant réellement et qui en est la cause : cet être c'est l'âme : "car dès qu'on la conçoit, on la conçoit nécessairement comme principe voulant, pensant, sentant toutes ces choses, convenant et ne pouvant convenir qu'à sa nature simple, et par conséquent immatérielle".

L'âme est conçue comme la cause permanente de nos actes intellectuels, et son existence n'est pas perçue comme intermittente : "Nous sommes convaincus, dit mon père, que l'âme continue à subsister quand un sommeil complet nous prive du sentiment de la personnalité, comme les corps ne cessent pas d'exister lorsqu'ils cessent d'agir sur nos organes et que les sensations qu'ils produisaient en nous sont anéanties" (32).

Il en résulte que cette notion de la persistance de l'âme va entraîner la notion de la durée vraie, du temps absolu.

Contrairement à Kant, A.M.Ampère voit la durée subjective, donnée par la vue de la succession de nos actes intérieurs, non pas comme une forme de notre sensibilité, mais comme une forme de notre activité: Ainsi, "nous sommes amenés à concevoir aussi une durée réelle qui subsiste indépendamment de nous et de notre aperception, dans laquelle s'accomplissent les actes intellectuels que nous attribuons à notre âme" (33).

II GENESE DE LA FORMATION DES IDEES, DES JUGEMENTS ET DES RAISONNEMENTS:

1°) La formation des idées :

Ampère doit maintenant "prouver que nos conceptions ne sont pas trompeuses, et que les objets de notre pensée existent... Mais cette démonstration de la réalité de nos connaissances suppose l'étude approfondie de nos moyens de connaître et de prouver, des produits de notre pensée, des procédés de notre raison, c'est-à-dire de nos idées et de nos jugements" (34).

Ampère distingue tout d'abord l'idée de l'image; pour l'école de Condillac : "l'image est la trace de la sensation, pour mon père, l'idée est la trace que laisse un acte intellectuel; c'est la conception d'une susbtance ou la vue d'un rapport" (35). L'animal a des sensations et des images tandis que le propre de l'homme c'est l'idée : "sans conscience d'examen [dit A.M.Ampère] sans réminiscence proprement dite, c'est-à-dire sans mémoire volontaire, [les animaux] ne peuvent avoir la connaissance des substances ; ils n'ont que des sensations actuelles entrelacées de sensations passées" (36).

En ce qui concerne les idées, donc, Ampère rejette la thèse condillacienne de la sensation transformée qui, par une suite d'identités, réduit toute idée au sensible. "Les sensations seules viennent par les sens; la sensibilité est passive, les idées sont le produit d'un acte intellectuel; l'intelligence est active; elle conçoit les substances et les rapports qui existent entre elles; elle aperçoit les rapports qui existent entre les sensations elles-mêmes, dès que nous avons de ces rapports une notion distincte, celui d'étendue, par exemple, aperçu d'abord entre nos sensations juxtaposées; le rapport n'est point une sensation. La conception d'une substance, l'intuition d'un rapport sont des actes intellectuels qui laissent dans notre âme une trace, laquelle n'est point comme la trace d'une sensation, une image, mais qui est une notion ou une idée" (37).

Au sens des idéologues du XVIIIe siècle, les idées générales sont des abstractions qui n'ont de réalité que par le langage. Pour Ampère, l'abstraction ne peut produire une idée : "l'abstraction, dit-il, ne donne aucune nouvelle idée : mais par elle nous pensons isolément ce que, sans elle, nous ne penserions que dans l'idée complexe." Pour A.M.Ampère, l'abstraction ne fournit aucun élément nouveau à la pensée: "on ne peut, dit mon père, abstraire de l'idée complexe que ce qui y est présent à l'esprit, dans sa compréhension" (38).

L'idée nous est donnée par la comparaison ou par voie d'indétermination: "la comparaison est le moyen le plus habituel d'acquérir des idées générales. Comparer, c'est apercevoir un rapport qui existe réellement entre les phénomènes; l'abstraction précède la comparaison; mais c'est la comparaison qui donne l'idée. Pour arriver à l'idée générale du vert, il faut abstraire, c'est-à-dire séparer la couleur d'une feuille, par exemple, de sa forme, de sa grandeur, de toutes ses autres qualités; mais après cette opération, l'idée générale n'existe pas encore dans notre

esprit; pour qu'elle y existe, il faut avoir fait plus; il faut avoir comparé cette qualité, ainsi séparée des autres par l'abstraction, dans plusieurs feuilles, et avoir aperçu le rapport de ressemblance qui se trouve entre ces feuilles. Ceci est une vue de notre esprit; c'est l'intuition vraie d'un rapport vrai" (39).

Dans toutes les idées générales que nous acquérons par la comparaison, nous devons nous poser la question du langage. Toute l'école de Condillac, basée sur la sensation, tendait à faire de presque tout notre développement intellectuel une conséquence du langage; selon ces philosophes, c'est le langage qui, en favorisant l'abstraction, engendre les idées générales; ainsi, le raisonnement n'est qu'une langue bien faite. Or, A.M.Ampère combat cette conception. "L'homme, disait-il énergiquement, ne conçoit point parce qu'il parle; mais il parle parce qu'il conçoit. Les signes ne peuvent que faire croire à ce qu'on a conçu, non faire concevoir ce qu'on n'a pas encore conçu" (40). Pour Ampère, le langage ne se confond pas avec l'idée, il est l'instrument de notre pensée dans la formation de nos idées mais il n'en est pas la source. C'est en cela qu'il rejette la thèse nominaliste de Condillac.

Ce qui n'empêche pas Ampère de reconnaître l'influence de la parole sur la pensée. "La parole aide le travail de l'abstraction qui lui-même précède et prépare la comparaison d'où naît l'idée générale". L'influence essentielle des signes, aussi bien sur la faculté de comparer que sur la faculté d'abstraire, n'échappe pas à A.M.Ampère: "l'influence du langage sur la pensée est successive, dit mon père; les idées partielles successivement plus intenses se distinguent; l'analyse de la pensée commence; elle étend à son tour celle du langage et une réaction mutuelle s'établit; enfin les mots de plus en plus ne se lient qu'aux idées" (41).

Ainsi Ampère se révolte contre la philosophie sensualiste prétendant qu'il n'y a que des individus dans la nature, :"que les classes dans lesquelles on les range sont des conceptions de notre intelligence auxquelles rien ne correspond dans la réalité" (42).

Pour Ampère, nos idées de collections sont des idées vraies et il existe des classifications naturelles telles celles de Jussieu et Cuvier pour les sciences naturelles qui établissent entre les groupes d'êtres des rapports réels que nous pouvons découvrir mais que nous ne créons pas.

Nous verrons Ampère s'attacher à trouver la façon vraiment naturelle de classer aussi bien les corps simples de la chimie, les faits de l'intelligence et enfin l'ensemble de toutes les connaissances humaines.

Pour parvenir aux idées générales, Ampère, outre le procédé de comparaison, reconnaît le procédé d'indétermination mais il regarde les idées générales par indétermination comme antérieures à celles que donne la comparaison.

"Quand nous voyons un grand nombre de soldats, sans les compter, nous n'en avons pas moins l'idée qu'il y a un certain nombre de soldats; c'est une pluralité confuse mais... qui nous donne l'idée générale du nombre..." (43).

Ampère n'est pas nominaliste, nous l'avons vu, mais il n'est pas complètement réaliste comme on pouvait l'être à l'époque médiévale. "Pour lui, toutes les idées générales sont des idées

de rapport; ces rapports existent dans les êtres, que nous le sachions ou que nous ne le sachions pas; elles étaient avant que nous en eussions l'intuition ou la conception; elles seront après. On ne peut pas dire que ce soit des êtres; car ce ne sont pas des substances. Mais ce ne sont pas non plus de simples apparences. Ce sont des existences, et des existences indépendantes de nous. Ainsi, la rondeur n'est pas une abstraction de mon esprit et un mot; c'est le rapport existant réellement, hors de moi, entre tous les corps ronds. La comparaison me l'a révélé. Mais, quand je n'aurais pas fait cette comparaison, il y aurait entre tous les corps de même forme un rapport inhérent à leur nature, aussi réel que leur existence substantielle, qu'exprime, que traduit, que ne crée point le mot rondeur" (44).

Pour Ampère, toutes les idées générales sont des idées de rapport et ces rapports existent que nous le sachions ou non. L'idée générale possède une réalité mais non pas à la manière d'une substance comme le pensaient Platon et les réalistes du Moyen-Age; sa réalité consiste en la réalité des rapports que cette idée exprime, ce que réfutent les nominalistes; J.J.Ampère définit son père comme un "réaliste tempéré".

Le rapport existe nécessairement grâce à l'existence simultanée de deux termes.

2°) Le jugement :

Le jugement consiste, pour Ampère, à "reconnaître l'existence d'une relation entre termes où elle existait déjà, ou reconnaître qu'elle n'existe pas entre ces termes" (45). Les termes des jugements sont les idées. Ampère, là encore, s'oppose à Condillac lorsque celui-ci prétendait : "Tout le système des connaissances humaines peut être rendu par une expression plus abrégée et tout à fait identique : les sensations sont des sensations. Si nous pouvions dans toutes les sciences suivre également la génération des idées et saisir le vrai système des choses, nous verrions d'une vérité naître alors toutes les autres, et nous trouverions l'abrégé de tout ce que nous saurions dans cette proposition : Le même est le même" (46).

Pour Ampère, tout au contraire : "une idée en appelle une autre qui lui est voisine, avec laquelle elle est en relation, et c'est par la vue de ces relations de l'idée que nous possédons avec d'autres idées, que nous les associons. C'est par là que se forment nos jugements" (47).

A.M.Ampère refuse de dire que la vérité générale est toujours la somme des vérités particulières et la vérité particulière toujours une conséquence de la vérité générale. "Ainsi, les jugements analytiques, qui éclaircissent nos connaissances; les jugements comparatifs et les jugements intuitifs, qui les étendent; les sciences d'observation fondées sur des caractères reconnus d'abord, puis retrouvés dans les êtres; les sciences de classification établies sur la comparaison des rapports qui existent entr'eux véritablement; les sciences d'évidence et de déduction, comprenant et rapprochant la logique, les mathématiques, la morale; l'ensemble des sciences reposant sur des jugements qui tous, même les jugements purement analytiques, ajoutent, quand nous les portons, à la somme de nos connaissances" (48). Pour Condillac, le

jugement étant essentiellement un groupe d'idées qui se ressemblent, repose sur la comparaison de deux termes et dépend de la nature des choses comparées; lorsque les choses changent, le jugement change. "Ainsi, l'acte par lequel on voit un chêne et un roseau sous le rapport de la grandeur, doit s'analyser en y distinguant la perception des rapports corrélatifs: être plus grand, être plus petit. C'est cette sorte de perception que je nomme comparaison, et l'union qui se fait du premier rapport avec les images ou idées déjà renfermées sous le mot Chêne, et l'union du deuxième rapport avec celles déjà renfermées dans le mot Roseau. La preuve qu'il est indispensable de compter cette sorte d'union, que je nommais jugement comparatif, au nombre des coordinations immédiates, c'est qu'après qu'elle a eu lieu, la somme des éléments compris sous le mot Chêne se trouve augmentée d'un nouvel élément: à savoir l'idée qu'il est plus grand que le roseau, idée qui fait dorénavant partie du groupe du chêne.

Or, comment méconnaître qu'il y a eu une nouvelle union, une nouvelle coordination, toutes les fois qu'une somme d'images ou d'idées est devenue plus complexe, s'est enrichie ou compliquée d'un nouvel élément ?" (49).

3°) Le raisonnement :

Le raisonnement, pour Ampère, est une suite de jugements enchaînés. Chacun d'eux forme un des termes du raisonnement, termes qui sont reliés les uns aux autres par une relation intuitive tout comme le sont les idées qui constituent le jugement lui-même (50).

Selon la doctrine de Condillac, le raisonnement lui-même n'est qu'une suite d'identités et Maine de Biran est tenté d'accepter cette vue réductrice. Pour A.M.Ampère, au contraire, le raisonnement scientifique réel est un raisonnement progressif qui engendre du nouveau. D'ailleurs, Descartes et Locke l'ont décrit parfaitement avant lui; selon eux, chaque maille du raisonnement est reliée à la précédente par un rapport ou relation qui est l'objet d'une intuition. Le raisonnement, dans son ensemble, est donc constitué d'une série d'intuitions successives, de rapports, dont chacune est un progrès. Un enchaînement de raisonnements forme une déduction. Celle-ci devient évidente lorsqu'on réussit à avoir une intuition nette des relations entre idées qui constituent les termes des jugements et entre les jugements qui constituent les termes des raisonnements.

A.M.Ampère distingue dans tout raisonnement quatre méthodes : l'analyse et la synthèse directes et l'analyse et la synthèse indirectes.

Les deux dernières sont nouvelles en ce sens qu'elles ont un trait particulier : " que, soit en marchant du compliqué au simple, ou du simple au compliqué le raisonnement va de l'inconnu au connu".

L'analyse indirecte "peut conduire à découvrir la vérité d'une hypothèse, lorsqu'on examine successivement les hypothèses différentes de celle qu'on veut démontrer, pour prouver la fausseté des premières et arriver ainsi à la dernière par voie d'exclusion" (51).

La synthèse indirecte est une méthode particulièrement bien appropriée à la recherche scientifique et A.M.Ampère saura l'utiliser efficacement comme nous le verrons par la suite: "elle consiste à faire une hypothèse plus simple que les faits dont on cherche la cause, et à voir si cette hypothèse explique assez bien les faits pour que nous soyons convaincus qu'elle en donne la vraie cause. On va du simple au compliqué; car on compare une hypothèse simple avec des faits complexes. C'est donc une synthèse, et on va de l'inconnu, c'est-à-dire de la cause hypothétique, au connu, c'est-à-dire aux faits qu'il s'agit d'expliquer; c'est donc une synthèse indirecte" (52).

A.M.Ampère prend soin, à partir des raisonnements par synthèse indirecte, d'exposer les conditions d'une bonne hypothèse: "D'abord, il faut qu'une hypothèse ne soit contraire à aucun fait connu et les explique tous. Un seul fait qui lui est contraire la fait rejeter immédiatement; un seul fait qu'elle n'explique pas la frappe d'insuffisance. L'exclusion d'une hypothèse est de sa nature plus certaine que l'admission de cette hypothèse; car un fait qui lui est contraire prouve sa fausseté. Mais qui prouvera sa vérité? Il ne suffit pas qu'elle explique tous les faits connus; car il peut s'en présenter qu'elle n'expliquera pas... De ce que deux hypothèses rendent raison des faits, il ne faut pas en conclure qu'elles sont toutes les deux véritables. Ici, mon père faisait une distinction très ingénieuse et très profonde entre l'explication d'un fait par une hypothèse qui expliquerait également la négation de ce fait, et l'explication par une hypothèse qui si les faits étaient autres qu'ils ne sont, serait renversée. Il disait qu'il fallait préférer celle-ci, celle qui non seulement rend compte des faits connus, mais encore en rend compte exclusivement, de sorte que, si ces faits n'existaient pas, la conception explicative serait détruite. En effet comme on dit vulgairement: "Ce qui explique tout, n'explique rien" (53).

III LA THEORIE DES RAPPORTS:

Ampère va établir la certitude de nos connaissances sur l'existence des rapports (54). Il établit, tout d'abord, trois manières d'exister. La première est relative aux phénomènes ou modifications de notre âme, ils ne sont qu'en tant qu'ils apparaissent, et n'existent que relativement à nous. La seconde est relative aux substances ou noumènes qui sont les choses pensées et que nous concevons comme causes des phénomènes. Ces substances sont conçues comme existant indépendamment de nous; elles ne peuvent être immédiatement perçues et ne ressemblent pas aux phénomènes tout comme "les touches d'un piano ne ressemblent pas aux notes de la gamme". (55). La troisième manière d'exister est un mode intermédiaire entre l'existence purement subjective des phénomènes et l'existence purement objective des noumènes. Il s'agit de l'existence des rapports.

Les rapports, nous les apercevons immédiatement comme les phénomènes mais ils ne sont pas comme eux une simple modification de notre âme. Ils ont comme les noumènes une existence indépendante de notre aperception mais ne peuvent exister comme eux isolément. C'est en cela que les rapports sont intermédiaires entre les phénomènes et les noumènes, et qu'ils vont permettre de jeter un pont, comme Ampère va le justifier, entre "le subjectif" et "l'objectif". "Par cela seul que les choses coexistent ou se succèdent, elles ont des rapports; les rapports seuls font donc qu'il y ait connaissance. On sent les phénomènes; et en même temps on les connaît par leurs rapports mutuels" (56).

Ampère distingue deux familles de rapports: ceux qui "tout en existant indépendamment de nous dès que leurs termes existent, dépendent de la nature de ces termes, et ceux qui n'en dépendent point" (57).

Ainsi précise-t-il: "Comparant entre elles trois différentes espèces de rapports entre nos sensations, dont nous venons d'observer en nous la conception, nous remarquerons que les premiers, les rapports de ressemblance, dépendent de la nature des sensations entre lesquelles nous les avons aperçus, en sorte que, si les sensations venaient à changer, ces rapports changeraient. Par exemple, j'ai conçu un rapport de ressemblance entre deux feuilles d'oranger. Si à l'une de ces deux feuilles je substitue une fleur, le rapport entre la couleur de la feuille et celle de la fleur ne sera plus le même qu'entre les deux feuilles précédemment comparées. Il n'en est pas ainsi des rapports de position et de nombre. Si après avoir conçu qu'une branche est située entre deux autres branches, je remplace les trois branches ou l'une d'elles ou deux d'entre elles par des feuilles ou des fruits, j'aurai en considérant ces nouvelles sens ations la vue d'un rapport de nombre, de position ou de forme, indépendant de leur nature" (58).

Ainsi, en sélectionnant des modes d'union ou de coordination qui sont entièrement indépendants des impressions sensibles avec lesquelles ils se trouvent unis dans la perception ordinaire : étendue, durée, causalité, mouvement, nombre, divisibilité, etc... Ampère trouve un

moyen de rejoindre à partir des "phénomènes" les "noumènes" qui sans cela nous seraient inaccessibles.

"Vous concevez donc que les idées de rapport qui dépendent de la nature des termes comparés ne peuvent être regardées comme pouvant exister entre les noumènes, dont la nature nous est inconnue, sans une absurdité manifeste, évidente, tandis que les relations qui restent identiquement les mêmes, quelle que soit la nature des termes comparés, les nombres par exemple, peuvent sans absurdité être supposés exister entre les noumènes. En quoi, par exemple, est-il absurde de supposer des noumènes au nombre de cinq, en eux-mêmes et indépendamment de nous ?" (59).

Ainsi, la distinction que faisaient les cartésiens et Locke entre les qualités secondes qui n'appartiennent qu'aux impressions et les qualités premières qui appartiennent à la réalité en soi, mais qu'ils n'avaient pu justifier, Ampère estime qu'il peut la faire dès lors que ces qualités expriment des modes d'union indépendamment des choses unies.

.... En attendant, je vous prie de bien faire attention que ce n'est point moi qui ai imaginé que les idées de nombres, de formes d'existence, de durée, etc..., pouvaient, comme celle de causalité, être affirmées des noumènes en eux-mêmes et indépendamment de nous, tandis qu'à l'égard des idées sensibles, on ne pouvait les en affirmer sans absurdité, mais seulement leurs causes, causes qui ne ressemblent en rien à ces idées sensibles ou images. Cette opinion a été celle des Locke, des Malebranche, des Leibniz; elle a été l'origine de la distinction [entre les] qualités primaires, qui étaient dans les corps eux-mêmes (les nombres, formes, mouvements), et les qualités secondaires, dont il n'y avait en eux que les causes inconnues (les modifications que nous en recevons). Cette distinction, admise par tous les vrais métaphysiciens, j'ai cherché seulement à l'expliquer, à la développer, à faire comprendre comment et par quelle route on peut arriver à ces connaissances, en examinant comment les hommes y arrivent en effet, en cherchant un critérium pour distinguer les notions dépendantes de la nature de nos organes, qui ne peuvent sans absurdité être appliquées aux noumènes indépendamment de nous, et celles qui, étant absolument indépendantes de la nature de nos organes, pouvaient au contraire être attribuées aux noumènes eux-mêmes, non seulement sans absurdité, mais avec un tel degré de probabilité qu'il devient pour nous un assentissement complet, sans laisser encore lieu au doute..."(60).

Le monde "nouménal", découvert par l'astronome et le physicien, se construit en substituant aux phénomènes engagés dans ces relations, des noumènes qui auront les mêmes relations; les lois de coordination des noumènes sont les mêmes que celles des phénomènes.

"... Les rapports qui tiennent aux ressemblances des phénomènes peuvent varier par des changements dans leur organisation; c'est le cas des idées générales proprement dites, mais non des idées de relation, celle de nombre par exemple, qu'il faut ou ne point avoir du tout, ou avoir telles qu'elles sont essentiellement et indépendamment de la nature des modifications entre lesquelles ces relations existent. Je le répète : c'est à cause de cela qu'il n'est pas absurde de supposer qu'elles existent entre les noumènes..." (61).

L'intuition qui nous permet d'apercevoir les rapports qui existent entre les phénomènes a un rôle capital à jouer pour le progrès de la connaissance scientifique. L'intuition est cette "vue dans" qui sortant de nous, pour ainsi dire, va pénétrer dans les phénomènes pour en extraire les rapports: "Si je vois ici une orange verte, là une une autre orange verte, plus loin une autre orange verte; en haut une autre orange mûre, en bas une autre orange mûre, je concevrai immédiatement ce que c'est que d'être trois, d'être deux, d'être cinq. Je penserai même qu'il y a plus d'oranges vertes que d'oranges mûres; j'aurai l'idée du rapport qu'ont entre elles les différentes parties de l'arbre, du rapport de grandeur entre les différentes parties de l'arbre et des rapports de grandeur entre les différents nombres" (62).

Par conséquent il existe bien, selon Ampère, des rapports, en particulier les rapports de position et de nombre, qui ne dépendent pas de la nature des termes entre lesquels ils sont établis: "changez la nature des objets que vous comptez, substituez des billes à des dés, le rapport numérique sera le même; remplacez toutes les molécules d'un cristal par d'autres molécules, sans changer la configuration, et le rapport des formes entre ses parties n'aura pas changé... Et ce sont ces rapports qui seuls peuvent, sans absurdité être transportés des phénomènes aux substances. Puisqu'ils ne dépendent point de la nature de leurs termes, il n'est point absurde qu'ils existent également entre des termes de nature aussi différente que des phénomènes et des substances." (63).

Ampère insiste bien sur la paternité de sa découverte : "la théorie de la connaissance de ces relations entre les noumènes m'appartient à ce qu'il me semble, entièrement... il fallait pour rendre raison de la possibilité de transporter les relations de forme, de nombre etc... des phénomènes aux noumènes, découvrir l'origine de ces relations en montrant qu'elles sont établies entre les choses entre lesquelles elles existent, non point du tout par la nature de ces choses... mais par les divers modes d'union qui lient ces choses" (64). En effet, comme le souligne J. Chevalier, c'est en mettant l'accent sur cette "intuition synthétique" permettant de "découvrir dans un groupe ce que nous n'y avons pas mis" que A.M. Ampère fait preuve d'originalité. L'intuition, pour lui, est: "L'acte par lequel nous voyons dans une coordination préexistante, indépendamment de la nature des éléments coordonnés, le mode même de coordination et les relations qui en sont une suite nécessaire" (65).

Kant, tout au contraire, en refusant toute autre intuition que l'intuition sensible confine la connaissance humaine dans le monde des phénomènes en lui interdisant la chose en soi. Selon lui, le principe de causalité s'applique aux phénomènes et non pas aux noumènes : l'objet doit être pris en deux sens différents "comme phénomène et comme chose en soi" or "le principe de causalité ne s'applique aux choses que dans le premier sens, c'est-à-dire en tant qu'elles sont des objets d'expériences". Dans le second sens "les choses ne sont pas soumises' au principe de causalité (66). Ampère interprète Kant comme un subjectiviste, de même que tous les philosophes qui font de ces rapports de coordination une dépendance des impressions sensibles et même (comme le

fait Maine de Biran pour la loi de causalité) une dépendance de l'expérience interne.

La théorie philosophique des rapports apporte, selon Ampère, une base jusque là inconnue à la certitude de nos connaissances; elle permet d'affirmer que les lois de Kepler existaient avant que Kepler ne les découvre. Il la perçoit comme "un pont indestructible jeté sur l'abîme qui sépare la connaissance des réalités" (67), un abîme que Kant supposait infranchissable.

IV LA THESE DES QUATRE SYSTEMES ET LA CLASSIFICATION GENERALE DES FAITS INTELLECTUELS:

1°) Les quatre systèmes :

En général, nous dit J.J.Ampère, A.M.Ampère "évitait de classer les faits psychologiques d'après les facultés auxquelles ils se rapportent. Mon père regardait ce genre de classification comme pouvant facilement être arbitraire; il préférait distribuer les faits par groupes naturels, comme on distribue les êtres matériels suivant la méthode naturelle. Cependant, j'ai trouvé une fois indiquée la division de nos facultés intellectuelles en sensibilité, activité, entendement et raison. C'était pour lui, l'âme sentant, voulant, comprenant et jugeant, et la base de ce qu'il appelait les quatre systèmes qui correspondaient au développement successif de ces quatre facultés, et qu'il appelait système sensitif, système actif, système comparatif et système intuitif. Il y faisait rentrer tous les faits les plus compliqués de la psychologie. Du reste, il ne supposait pas que la sensibilité, l'activité, l'entendement, la raison ne s'aperçussent que dans leurs systèmes respectifs; les faits compris dans les premiers systèmes continuent à se produire dans les suivants; car on ne cesse pas de sentir, parce qu'on agit; de sentir et d'agir, parce qu'on comprend et qu'on juge; et mon père admettait déjà, dès le second système, l'action de l'entendement, puisqu'il y admettait de véritables idées et même une sorte de jugement" (68).

Nous voyons donc que dans ce type de classification Ampère cherche à faire coîncider la méthode dite naturelle de classification avec celle qui correspond aux quatre catégories de Kant.

Ainsi, écrit-il à Maine de Biran : "Croyez-vous que l'analogie de mes quatre systèmes et des quatre catégories de Kant, auxquelles je n'avais point songé en le composant, soit l'effet du hasard? N'est-ce pas plutôt un résultat des lois de notre entendement ?" (69).

Ce qui revient finalement à classer les phénomènes d'après les facultés qui les produisent, malgré le caractère arbitraire et peu naturel que cela comporte (70). "Je crois qu'à cet égard... j'ai distingué mon premier système (le système sensitif) par le seul caractère de ne contenir que des phénomènes dont on peut concevoir l'existence sans le déploiement de l'activité... je nomme ce système sensitif, parce que tous ces phénomènes sont produits par les mouvements excités dans les organes des sens externes ou internes. Dans mon second système, j'ai mis tous les phénomènes dont la cause est dans le fait primitif de la distinction... entre notre propre existence et celle d'autres êtres... Je vous prie d'examiner de même mon troisième et mon quatrième système. Vous ne verrez dans l'un que les phénomènes dont la cause est dans la faculté d'apercevoir :1°/ Les ressemblances et dissemblances que nous donnent les idées générales; 2°/ Les relations, qui nous donnent les notions. C'est pour cela que la combinaison est dans le troisième système... Le phénomène caractéristique du quatrième système étant de voir, dans un groupe déjà formé, les

relations qu'établit entre ses éléments le mode de coordination de ces mêmes éléments, en vertu d'une attention essentiellement active fixée sur ce groupe, il faudra comprendre dans ce système toutes nos idées de relations, les déductions ou raisonnements auxquels elles donnent naissance exclusivement, et toutes les conséquences soit rigoureuses soit probables que nous en déduisons"

Les deux premiers systèmes dits primitifs établissent une première division entre les phénomènes qui donneront naissance à la connaissance du monde extérieur : "les phénomènes sensitifs" et ceux qui donneront naissance à la connaissance de notre pensée "les phénomènes actifs". Les deux derniers systèmes "en quelque sorte supplémentaires" seront relatifs à un objet d'étude appartenant indifféremment au monde extérieur ou au monde de la pensée : "Par un objet d'étude, j'entends non pas un être hors de nous exclusivement, mais tout ce que nous pouvons étudier : une de nos sensations, un groupe d'idées, une conception, un être hors de nous, etc... quoi que ce soit enfin" (71). C'est ce qu'il précise ici : "Une autre considération qui m'engage à borner à quatre systèmes correspondants, comme je vous l'ai expliqué autrefois, aux quatre catégories de Kant, ceux que l'on doit admettre dans l'analyse de notre intelligence, c'est de voir d'abord deux primitifs indépendants l'un de l'autre : "le sensitif" et "l'actif", dont le premier nous révèle ce que nous sommes relativement à d'autres êtres, en nous apprenant comment nous sommes modifiés par eux; et le second, ce que nous sommes en nous-mêmes et indépendamment de tout le reste. C'est de voir ensuite deux autres systèmes, en quelque sorte supplémentaires, qui ne sont plus immédiatement destinés à savoir ce que nous sommes, mais ce qu'est un objet quelconque dont nous étudions les propriétés, en examinant, comme lorsqu'il s'agissait de nous-mêmes dans les deux premiers "systèmes", ou ce qu'il est par rapport aux autres objets d'études auxquels alors nous le comparons, c'est le troisième "système"; ou ce qu'il est en lui-même, c'est le quatrième "système" (72).

En définitive, dit Ampère à Maine de Biran, "c'est cependant une idée bien simple. Nous sommes d'accord qu'il n'y a que quatre sortes d'éléments dans tout ce que nous concevons : la sensation, l'autopsie, la comparaison ou perception des rapports de ressemblance, et enfin la perception des relations, que je voulais nommer synthétopsie. Il ne peut donc y avoir que quatre systèmes dans le tableau de l'entendement" (73).

Ensuite, Ampère donne les différents modes de coordination entre les éléments de ces systèmes. "Tout phénomène laisse une trace de même nature que lui, qui doit par conséquent être placé à côté de lui dans le même système. Il ne peut y avoir dans un système que le phénomène primitif de ce système, la trace de ce phénomène, et les diverses coordinations soit entre ce phénomène, soit entre sa trace, et d'autres phénomènes du même système ou des systèmes précédents. Or, ces coordinations se forment ou à l'instant du phénomène ou postérieurement entre sa trace et d'autres phénomènes" (74).

Dans le système sensitif ou premier système, les sensations vont se coordonner de la façon suivante : "Celles du tact ou de la vue se coordonnent nécessairement, à l'instant où on les reçoit

sur des points de l'organe, avec celles qu'on reçoit en même temps sur d'autres points du même organe; premier mode de coordination: "contuition". Celles de tous les sens contractent, par la répétition simultanée, un autre genre d'union, en vertu de laquelle elles rappellent les traces ou images les unes des autres; deuxième mode: "association".

Enfin, dans les rêves, rêveries et bien d'autres circonstances, ces mêmes images se groupent spontanément et presque arbitrairement pour représenter ce qu'on n'a jamais perçu; troisième mode : "agrégation" ".

De même, l'élément du second système qu'Ampère nomme autopsie ou émesthèse va se coordonner selon différents modes :

"C'est la distinction du moi d'avec les objets, qui deviennent par là hors du moi. Ce système résulte immédiatement du déploiement de l'activité; il donne en outre, du moi et du non-moi, la durée, la causalité, etc... L'élément constitutif de ce système est "l'autopsie" (vue de l'être). cette sorte d'élément s'unit nécessairement en nous avec tout ce que nous éprouvons, avec les phénomènes du premier système, et en même temps au dehors avec les résistances éprouvées; c'est là le premier mode de coordination de ce système : "cognition". Nous attribuons aux mêmes existences extérieures toutes les sensations qui viennent et s'en vont avec la résistance, la seule chose que nous en sachions par cognition. Voilà le deuxième mode : "attribution" (...). Enfin, nous admettons des existences extérieures dont nous n'avons jamais éprouvé de résistance, sous les groupes d'images formés dans notre entendement, soit par contuition, soit par association, souvent même par simple agrégation, comme dans les rêves. C'est là le troisième mode d'union entre les éléments de ce système et ceux du précédent : "induction". Nous devons à ce phénomène tout ce qu'on doit nommer "croyances", vraies ou fausses; elles ne sont et ne peuvent être que des traces "d'induction".

Le troisième système désigné par système comparatif ou logique a pour élément constitutif "l'acte par lequel nous apercevons, soit des rapports, soit des relations entre nos modifications, tant entre celles que nous ne rapportons qu'à nous-mêmes, qu'entre celles que nous attribuons aux existences extérieures. C'est cet acte que j'appelle "perception des rapports". On ne peut apercevoir un rapport sans qu'il s'unisse nécessairement et immédiatement aux termes comparés.

Premier mode de coordination des rapports ou relations : "jugement". La plupart des rapports sont établis par nous, en vertu d'enchaînements d'idées, entre des termes que nous n'avons point ou ne pouvons pas comparer immédiatement. Deuxième mode : "déduction".

Enfin, les idées de rapports, de relations, toutes les idées générales qui sont les traces des rapports de ressemblance aperçus, se groupent encore mieux que les images pour former à volonté ou autrement des idées de choses inconnues. Troisième mode : "combinaison".

Le quatrième système a pour élément constitutif, l'intuition intellectuelle ou synthétopsie, avec toutes les coordinations fournies par les trois autres systèmes où elles découvrent dans celles du premier les relations de nombre, de figure et d'étendue d'où naissent toutes les déductions mathématiques, dans celles du deuxième système les relations de causalité, de succession, de

substance et d'accident, d'existence, etc... d'où naissent toutes les déductions des sciences métaphysiques et morales a priori, enfin dans les classifications du troisième système, les relations de compréhension source de toutes les déductions logiques, du syllogisme, etc..." (75).

Ainsi, cette synthétopsie trouve les rapports dont elle est l'intuition dans les trois systèmes précédents, mais mélangés aux phénomènes dont elle les isole : dans le premier système l'étendue, dans le second système la causalité, dans le troisième les rapports de classification. Le premier système comporte des axiomes, les axiomes mathématiques tels que : l'espace a trois dimensions qui sont données par intuition; le deuxième système comporte une assertion comme : l'effort est la cause du mouvement produit dans le bras, c'est aussi l'axiome donné par intuition, le troisième système comporte les principes de la logique aristotélicienne: ce qui est vrai du genre est toujours vrai de l'espèce mais non inversement; ce sont aussi des axiomes. Quant au quatrième système, il comporte les intuitions qui nous font percevoir des modes de coordination indépendants des choses. Et, après la définition de ces quatre systèmes, Ampère termine en précisant : "La nature même de notre intelligence ne permet pas de penser qu'il y ait d'autres phénomènes intellectuels, essentiellement différents de ceux-là" (76).

On voit donc qu'Ampère prend soin de distinguer dans chaque système l'élément constitutif, par exemple "l'intuition", de la coordination, par exemple le jugement intuitif (ce que ne fait pas Maine de Biran qui confond les deux.

"Les éléments de nos connaissances ou de nos représentations ne sont point reçus ou produits par nous, isolés et ensuite coordonnés; ils sont en général reçus ou produits en coordination avec d'autres, en sorte que, par une même circonstance organique pour les éléments passifs, ou par un même acte pour les éléments actifs, l'élément naît et est coordonné à la fois. De là, les coordinations que j'appelle immédiates; et il y en a une dans chaque système. Je les nommais dans mes dernières lettres :

Pour le premier système : contuition sensitive;

Pour le deuxième système : contuition autoptique;

Pour le troisième système : jugement comparatif;

Pour le quatrième système : jugement intuitif.

La distinction de l'élément et de sa coordination immédiate est une abstraction; car ce sont deux choses nécessairement simultanées. Mais sans cette distinction, on ne saurait rendre compte du phénomène qu'on analyse d'une manière claire et précise. Suivons cette analyse dans chaque système.

Dans le système sensitif, une vision complète, par exemple, comme la vue du spectre coloré, est composée d'autant d'éléments qu'il y a de points visibles. Il est impossible de voir un seul de ces points; on en voit une infinité à la fois, et par la même opération organique par laquelle l'oeil nous les transmet. Elles se trouvent, par cela même qu'on les reçoit, coordonées par juxtaposition. Cette coordination est ma contuition sensitive.

Dans le système autoptique, par suite de la même manière d'analyser, j'ai vu de même que

le Moi, ou la perception d'effort, ne pouvait naître seule et isolée, mais qu'elle était produite dans une coordination formée de cette perception du Moi et de la sensation musculaire qui est l'effet de l'effort.

Dans le troisième système, il est également impossible, absurde même, que le rapport aperçu reste isolé. Il n'est pas non plus perçu et ensuite coordonné; mais il nous est donné en coordination avec les choses qu'on a comparées" (77).

Le problème du langage est important pour Ampère qui a bien conscience que les phénomènes existent indépendamment du mot choisi pour les représenter. Il n'est pas nominaliste, nous l'avons vu, "l'idée de chaque phénomène de mon tableau est absolument indépendante du mot dont je me sers pour le représenter" (78).

Cependant, il cherche a justifier devant Maine de Biran, l'utilisation des mots qu'il choisit : "au sujet du mot intuition que je veux ramener à sa signification primitive : regarder dedans, intueri, je n'ai qu'un mot à vous dire :

- 1°) Cette signification s'accorde parfaitement avec le sens dans lequel presque tous les métaphysiciens ont employé les mots : intuition, vérités intuitives, connaissance intuitive, pour toutes les vérités abstraites qu'on aperçoit immédiatement...
- 2°) S'il était possible de trouver, de quelque manière que ce fût, un mot pour désigner cette vue immédiate des rapports nécessaires, qui est le premier phénomène du quatrième système, et qui en fournit tous les éléments, je n'insisterais pas sur cet emploi du mot intuition. Mais cela est tellement impossible que, depuis que nous écrivons là-dessus, vous n'avez pu vous-même en trouver un à me proposer; car celui de réflexion, outre qu'il n'a dans son étymologie aucun rapport à ce dont il s'agit, que dans le sens où l'a pris M. de Gérando, il n'en est qu'un cas très particulier, et que dans le sens ordinaire de la langue française il s'applique à tout emploi de nos facultés, quelles qu'elles soient, où l'on médite sur un objet quelconque. Réfléchissez, dit-on tous les jours, faites des réflexions profondes sur ce sujet important. Je crois absolument impossible, quelque précaution qu'on prenne, d'empêcher la masse des lecteurs d'entendre ce mot dans ce sens vulgaire par la force de l'habitude, et de s'exposer à être aussi mal compris que Locke l'a été pour s'être servi de ce mot. Vous savez que cela a été au point qu'on croit encore généralement, quoique bien à tort sans doute, qu'il est du nombre des philosophes qui n'ont vu partout que la sensation.

Vous ne voulez pas sans doute vous exposer à n'être nullement compris; vous parviendrez à l'être en employant le mot intuition comme moi, parce que ce mot n'étant pas vulgaire, on est encore à temps de lui fixer un sens, d'accord d'ailleurs avec son étymologie, et qui s'écarte à peine de la signification que lui ont donnée la plupart des métaphysiciens" (79).

2°) La classification générale des faits intellectuels :

A l'époque d'Ampère, le recours à des procédés de classification s'avère nécessaire à l'acquisition des connaissances en zoologie, en botanique, en minéralogie. Ampère lui-même propose, en 1816, une classification des corps simples en chimie. De même, il considère que l'élaboration d'une classification des faits psychologiques est nécessaire à leur compréhension (80).

Comme nous l'avons vu, selon Ampère, "la pensée humaine se compose de phénomènes et de conceptions". Il distingue deux sortes de phénomènes : sensitifs et actifs ayant donné lieu aux deux systèmes primitifs de son classement.

Les phénomènes sensitifs comprennent "tout ce qui est aperçu par la sensibilité, comme les sensations, les images qui subsistent après que les circonstances auxquelles nous devons ces sensations ont cessé, et les phénomènes formés par la réunion d'une sensation présente et d'une image de la même sensation reçue antérieurement, réunion à laquelle il donne le nom de "concrétion". [Les phénomènes actifs comprennent quant à eux] ce qui est aperçu par la conscience que nous avons de notre propre activité, comme le sentiment même de cette activité qu'il nomme "émesthèse", la trace qu'en conserve la mémoire, qu'il nomme "automnestie" et le phénomène formé par la réunion de l'émesthèse actuelle et des traces conservées par la mémoire de toutes les émesthèses passées, réunion qui est précisément la personnalité phénoménique" (81).

Ainsi, les phénomènes actifs sont-ils à l'origine de la connaissance du moi comme les phénomènes sensitifs sont à l'origine de la connaissance du monde.

Quant aux conceptions, Ampère en distingue pareillement quatre sortes et, chacune de ces conceptions peut se référer aux phénomènes sensitifs ou aux phénomènes actifs." Les conceptions primitives inséparables des phénomènes, et qui sont, en quelque sorte, les formes sous lesquelles ils nous apparaissent, comme l'étendue et la mobilité pour les phénomènes sensitifs; la durée et la causalité pour les phénomènes actifs.

Les conceptions objectives, c'est-à-dire pour les phénomènes sensitifs, l'idée que nous avons de la matière et des atomes dont elle est composés; pour les phénomènes actifs, l'idée de la substance qui meut notre corps et dans laquelle réside la pensée et la volonté, substance que nous reconnaissons d'abord en nous et que l'analogie nous fait admettre dans nos semblables et même dans tous les êtres animés" (82).

Selon Ampère, les deux premières sortes de conception sont indépendantes du langage; tandis que les deux autres en dépendent. "Les deux premières sortes de conception dont nous venons de parler sont indépendantes du langage, et il est même évident que ce grand moyen de développement de la pensée ne peut naître qu'après que l'enfant sait qu'il existe, chez ceux qui l'entourent, comme en lui-même, une substance motrice qui pense et qui veut. C'est au contraire, au langage que nous devons, en général les deux autres sortes de conception dont nous allons

maintenant nous occuper" (83).

Les "conceptions onomatiques", c'est-à-dire relatives aux mots comprennent, pour les phénomènes sensitifs, les idées générales telle l'idée générale de rouge et les idées mathématiques telles l'idée d'égal, de plus grand, plus petit, double, etc... Ces idées sont des conceptions comparatives. Les conceptions qui se rapportent aux phénomènes actifs sont les idées réflexives, idées qui permettent de saisir le sens de : sentir, désirer, juger, vouloir, etc... "D'autres conceptions de même nature se rapportent aux phénomènes actifs. Ainsi quand l'enfant entend prononcer les mots sentir, désirer, juger, vouloir, il cherche à concevoir ce qu'il y a de commun dans les états où les actes de la pensée auxquels il entend donner le même nom; et de là les conceptions que plusieurs psychographes ont appelées avec raison idées réflexives, en prenant le mot réflexion dans le sens que Locke lui a attribué. Il en est de même des idées des rapports sociaux, du bien, du mal moral, du devoir, etc..." (84).

Enfin, "les conceptions explicatives" sont celles "par lesquelles nous remontons aux causes, d'après l'étude comparée que nous faisons des phénomènes".

La classification des faits de l'intelligence est une bonne introduction à la classification des connaissances elles-mêmes. "Il y a, dit A.M.Ampère, analogie évidente entre ces deux sortes de phénomènes, "sensitifs" et "actifs", et les deux grands objets de toutes nos connaissances : le monde et la pensée, objets d'après lesquels nous avons établi notre première division, et formé les deux grands... règnes des sciences cosmologiques et noologiques".

Il continue en soulignant que "l'analogie n'est pas moins frappante entre les quatre sortes de conceptions, "primitives, objectives, onomatiques et explicatives" et les quatre points de vue d'après lesquels chaque règne, a été divisé en quatre embranchements (85). Points de vue autoptique, cryptoristique, troponomique, cryptologique que nous verrons plus loin en abordant la classification des sciences d'Ampère.

Mais, il convient de ne pas se dissimuler les différences qui existent entre ces diverses classifications. Selon Ampère, "autre chose est de classer les objets même de nos connaissances, comme le font les naturalistes et les chimistes, autre chose de classer ces connaissances elles-mêmes, et autre chose enfin, de classer les faits intellectuels et les facultés de l'intelligence humaine.

Dans la première de ces trois sortes de classifications, on ne doit avoir égard qu'à la nature des objets. Dans la seconde, c'est encore sur cette nature que repose principalement la classification, mais il faut y joindre de plus la considération des différents points de vue sous lesquels, d'après les lois de notre intelligence, ces objets peuvent être considérés. Dans la troisième, au contraire, ces points de vue deviennent un des caractères les plus essentiels de la classification; les considérations dépendantes de la nature des objets n'y doivent entrer que subsidiairement et seulement en tant que cette nature exige dans l'intelligence qui les étudie des facultés différentes" (86).

Nous avons vu dans ce chapitre que pour A.M.Ampère, la distinction des phénomènes et des noumènes coïncide avec celle que Kant a introduit en philosophie, bien que sur ce point, Ampère préfère se reférer à Descartes. En outre, selon Ampère, les quatre sortes de conceptions correspondent aux quatres catégories de Kant. Pearce Williams a insisté sur les emprunts qu'Ampère fait à Kant (87). Il convient cependant de préciser que, si Ampère utilise des concepts kantiens (du moins tels qu'ils sont présentés en France à son époque), il les inscrit dans une problématique philosophique différente. On peut dire que, d'une certaine manière, il les utilise pour les retourner contre la doctrine kantienne qu'il prétend dépasser, comme nous l'avons montré en plusieurs endroits dans ce texte. Il faut considérer, avec T.H.Martin, qu'Ampère ne peut admettre le scepticisme subjectif de Kant et qu'il le rejette en attribuant une valeur absolue et objective aux "jugements synthétiques a priori" (88).

De plus, pour Ampère, la théorie des rapports fonde la croyance qu'on atteint, en science, les véritables lois qui expliquent les phénomènes. Cette croyance, Ampère la partage avec de nombreux savants, ses contemporains; Duhem note: "les géomètres français qui ont composé les premières théories de la physique mathématique ont eu une tendance constante... à admettre qu'elles saisissent la réalité même des choses et les véritables causes des phénomènes. Cette tendance, issue de Descartes, perce à chaque instant dans les écrits de Laplace, et de Poisson, de Fresnel, de Cauchy et d'Ampère" (89).

CHAPITRE 3

La Classification des Sciences

Les perfectionnements récents des taxinomies botanique et zoologique fournissent aux esprits classificateurs du temps, un appui solide pour envisager d'autres classifications "naturelles".

Lorsqu'Ampère travaille de façon suivie à sa classification, en 1830, Auguste Comte rédige le premier volume de son cours de philosophie positive où il est question des principes de la classification positive des sciences (leçon 1 et 2), tandis que Cuvier et Geoffroy de St Hilaire s'affrontent à l'Académie des Sciences, autour de la question des "analogues".

Dans le précédent chapitre nous avons vu Ampère s'exercer à classer les phénomènes psychologiques: «une bonne classification de ces phénomènes est le seul moyen d'élever la psychologie au niveau des autres sciences, et de réunir les opinions divergentes, faute de s'entendre, de ceux qui s'occupent de cette science, en leur offrant à la fois et le moyen de préciser leurs idées et celui d'arriver à parler un jour la même langue» (1)

Dans la classification naturelle de toutes les connaissances humaines, convaincu que les lois de la classification sont indépendantes des objets classés, il transporte dans ce problème les méthodes de Cuvier et de Jussieu introduisant au dessus des genres, les familles, les ordres, les embranchements et les règnes.

L'originalité du système d'Ampère est qu'il n'a voulu ni partir d'une division des facultés de l'âme comme Bacon et les encyclopédistes, ni se contenter d'un simple dénombrement empirique des sciences existantes, ce qu'Auguste Comte fera après lui du moins pour les sciences exactes.

Il le dit lui-même dans la préface de son essai (2) «Par exemple, le système figuré des connaissances humaines, qui est à la tête de l'Encyclopédie, a pour principe comme celui de Bacon, dont il est imité, de faire d'abord trois grandes divisions des sciences, correspondantes aux trois facultés auxquelles on avait cru pouvoir réduire toute l'intelligence humaine: la mémoire, la raison et l'imagination» (3)

La difficulté de ces classifications, pour A.M.Ampère, réside surtout dans le fait qu'elles offrent toutes «des rapprochements dont il est difficile de deviner le motif, et séparent des sciences dont l'analogie est évidente.» (4)

Les classifications les plus parfaites sont celles qui ont été établies en Histoire Naturelle «parce que les objets qu'on y considère présentent des caractères déterminés avec précision, et dont le simple énoncé suffit pour définir les divers groupes qu'en forme le naturaliste» (5)

Auguste Comte, de son côté, «bien convaincu, que toutes les échelles encyclopédiques construites comme celles de Bacon et de d'Alembert d'après une distinction quelconque des diverses facultés de l'esprit humain sont par cela seul radicalement vicieuses: car dans chacune de ses sphères d'activités notre esprit emploie simultanément toutes ses facultés principales» (6) s'est efforcé de tirer un classement de la simple observation des sciences qui existent.

A.M.Ampère, comme nous allons le voir, va tenter de classer l'ensemble des connaissances humaines en considérant, d'une part, leur objet, fidèle en cela à la méthode

habituelle de classification, et d'autre part, en envisageant les "quatre points de vue" compatibles avec les quatre ordres de conception des facultés de notre esprit, selon lesquels chacun des objets de notre connaissance peut-être envisagé.

I GENESE DE LA CLASSIFICATION DES SCIENCES

Dans la préface de son "Essai de classification des connaissances humaines" A.M.Ampère nous fait part des circonstances qui sont à l'origine de son travail et nous relate les cheminements et tatonnements de sa pensée : «en 1829 lorsque je préparais le cours de physique générale et expérimentale dont je suis chargé au collège de France, il s'offrit d'abord à moi, deux questions à résoudre: 1°) Qu'est-ce que la physique générale et par quel caractère précis est-elle distinguée des autres sciences? ... et 2°) Quelles sont les différentes branches de la physique générale ainsi circonscrite, qu'on peut considérer, à volonté, comme autant de sciences particulières ou comme les diverses parties de la science plus étendue dont il est ici question.» (7)

Or A.M.Ampère, fidèle en cela à la méthode des idéologues (8), pressent qu'il faut pour classer les sciences, avoir égard «non seulement à la nature des objets auxquelles elles se rapportent» mais encore «aux divers points de vue sous lesquels on considère ces objets», points de vue qui sont nécessairement en rapport avec nos facultés intellectuelles. Il commence donc à partager «la physique générale en deux ordres de sciences» l'un réunissant «tout ce que l'observation et l'expérience peuvent nous faire connaître lorsque nous considérons les corps en eux-mêmes» et l'autre regroupant les lois générales (résultant) de la comparaison soit des phénomènes (observés), soit des changements qu'éprouvent ces phénomènes (en fonction des circonstances), ensuite les causes à la connaissance desquelles nous parvenons en expliquant les phénomènes et en déduisant les conséquences qui dérivent de ces lois» (9) Et A.M.Ampère désigne la première sorte de sciences: physique générale élémentaire et la deuxième sorte: physique mathématique. Il s'aperçoit que cette division est valable non seulement pour la physique générale mais aussi «pour toutes les sciences qui, comme elle, embrassent l'ensemble des connaissances relatives à l'objet auquel elles se rapportent»

C'est alors qu'il remarque, nous dit-il, que «chacun de ces points de vue principaux se subdivise en deux points de vue subordonnés» Pour la physique générale cette subdivision comprend la physique expérimentale et la chimie. A l'égard du «second point de vue où il s'agit de comparer et d'expliquer les faits, il se subdivise aussi en deux points de vue subordonnés» A.M.Ampère divise donc la physique mathématique en stéréonomie, science qui généralise les faits observés pour découvir des lois et en atomologie, science qui cherche à «découvrir les causes des faits donnés par les deux premiers points de vue subordonnés, et des lois reconnues dans le troisième, et pour prévoir ensuite les effets à venir d'après la connaissance des causes.» (10)

A.M.Ampère constate que cette subdivision quadripartite s'applique aux autres sciences et tout d'abord aux sciences cosmologiques «c'est à dire relatives à tous les êtres matériels dont l'univers est composé» (11).

Quelques temps après, nous dit A.M.Ampère, il songe «à classer aussi les sciences relatives à l'étude de la pensée et des sociétés humaines (les sciences noologiques)». C'est ainsi qu'il obtient des sciences d'ordres différents, sciences du premier ordre qui sont relatives à un même objet, sciences du second ordre correspondant aux «deux points de vue principaux» et sciences du troisième ordre correspondant aux «quatre points de vue subordonnés» (12)

A.M.Ampère procède par analogie avec les classifications des plus grands naturalistes de l'époque. Il constate, après ce premier résultat, qu'il en était «à peu près au même point que Bernard de Jussieu, lorsqu'il eut groupé en familles naturelles tous les genres des plantes alors connus.» (13). Il lui restait à former des règnes et des embranchements «avec les sciences du premier ordre que je considérais comme des classes de vérité tandis que celles du troisième répondaient pour moi aux familles naturelles»

En effet, quelle est la méthode utilisée par les naturalistes? «le philosophe doit considérer les vérités individuelles comme le naturaliste considère les diverses espèces de végétaux et d'animaux... (II) doit former successivement avec les vérités qu'il veut classer des groupes de différents ordres. Les groupes où se trouveront réunies les vérités qui ont entre elles les rapports les plus intimes correspondront aux genres du naturaliste, et seront des sciences du dernier ordre. Elles se réuniront en science de l'ordre immédiatement précédent, comme les genres se réunissent en familles. De ces nouvelles sciences se formeront des sciences plus étendues qui correspondront aux ordres adoptés en histoire naturelle, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive à deux grandes divisions de vérités qu'on puisse comparer au règne végétal et au règne animal» (14)

Car pour un philosophe qui cherche, comme A.M.Ampère, à s'approcher d'une "classification naturelle", il y a tout lieu de penser que la meilleure façon d'y parvenir est de s'inspirer des méthodes qui ont déjà réussi avant lui et ce, quels que soient les objets à classer. Ainsi, tout naturellement, il est conduit à mettre en parallèle son travail de classification des sciences avec celui qu'il avait entreprit, dès 1804 et jusqu'en 1820, pour «distinguer et caractériser les divers genres d'idées, de jugements, de déductions dont se composent toutes nos connaissances, pour en découvrir et en expliquer l'origine» (15) L'ordre le plus naturel l'avait amené à distinguer d'abord «deux époques principales dans l'acquisition successive que l'homme fait de toutes ses idées et de toutes ses connaissances» une première époque principale «depuis l'instant ou l'enfant commence à sentir et agir jusqu'à celui où par le langage il se met en communication avec ses semblables», la seconde époque principale «depuis l'acquisition du langage jusqu'aux dernières limites, s'il en est, des progrès de l'esprit humain». Ces deux époques principales A.M.Ampère a été amené à les diviser en deux époques subordonnées «ces quatre époques correspondent aux quatre sortes de conceptions qui, jointes aux phénomènes

sensitifs et actifs donnent naissance, par leurs diverses combinaisons à tous les faits intellectuels.»(16)

L'analogie de ces quatre époques avec les quatre points de vue est évidente, pour A.M.Ampère: «cette analogie est une suite de la nature même de notre intelligence; car le savant fait nécessairement, et ne peut faire dans l'étude de l'objet physique ou intellectuel auquel il se consacre, que ce que font tous les hommes dans l'acquisition successive de leurs connaissances». (17) Mais A.M.Ampère nous met en garde : «la classification des facultés et des faits intellectuels est tout autre chose que la classification des connaissances elles-mêmes... en sorte que la considération des époques auxquelles correspondent les diverses espèces de conceptions dont se composent les connaissances humaines ne doit entrer en aucune manière dans les recherches relatives à la classification de ces connaissances.» (18)

Car en effet, même si la classification des sciences doit être en relation étroite avec la nature de notre intelligence, lorsqu'on effectue des recherches classificatoires, on ne saurait avoir des idées *a priori* qui risqueraient de donner des résultats artificiels. D'autre part, les classifications naturelles des connaissances humaines et celles des faits intellectuels présentent des différences notables :

Quand on veut établir une classification naturelle des connaissances «on doit commencer par la division fondée sur la nature des objets en deux règnes (sciences cosmologiques et sciences noologiques) qui se subdivisent chacun en quatre embranchements (sciences mathématiques, sciences physiques, sciences naturelles, sciences médicales) d'après les quatre points de vue (calqués sur les quatre sortes de conceptions primitives, objectives, onamatiques et explicatives) parce que c'est la distinction sur la nature des objets qui est ici la plus importante» (19)

Il n'en est pas de même quand on veut aborder une classification naturelle des faits intellectuels. Dans ce cas, «la distinction, fondée sur la nature des conceptions est plus importante que celle qui dépend de la nature de leurs objets, on doit d'abord partager l'ensemble de ces faits en quatre grandes divisions, dont la première s'occupe simultanément des phénomènes et des conceptions primitives; la seconde joint à cette étude celle des conceptions objectives; la troisième y ajoute les conceptions relatives aux conceptions onomatiques, et enfin la dernière a pour objet la nature et la génération des conceptions explicatives;»(20)

Ces quatre premières grandes distinctions étant fixées, il y a lieu de les subdiviser, à nouveau, chacune en deux groupes, l'un concernant les phénomènes sensitifs et l'autre les phénomènes actifs.

En effet, «les phénomènes de la sensibilité et ceux de l'activité, ainsi que les conceptions qui se rapportent aux uns et aux autres, se développent parallèlement et par une action et réaction mutuelles d'où il résulte qu'on ne peut se faire une idée nette des huit systèmes qu'en étudiant en même temps celui qui fait partie de la même division.» (21) Différence essentielle, aux yeux d'Ampère, puisque dans la classification des connaissances on peut étudier

séparément les sciences cosmologiques et les sciences noologiques, et aussi les quatre sciences de chaque embranchement, même s'il est préférable de les étudier successivement. Cette séparation n'est pas possible dans l'étude des faits intellectuels. Il faut avoir en même temps et sous le même regard au moins deux divisions parmi les huit sytèmes.

Mais; peu après, il s'aperçoit du caractère inachevé de son travail, et dit-il «je manquais de caractères précis pour distinguer et coordonner les divisions intermédiaires que j'avais reconnues entre les règnes et les sciences du premier ordre.»(22)

Après plusieurs tentatives pour trouver une sorte de clef pour résoudre ces difficultés A.M.Ampère, au mois d'Août 1832, s'aperçoit, nous dit-il, «que toutes ces divisions et subdivisions, si péniblement obtenues, auraient pu être déterminées en quelque sorte a priori, par la considération des mêmes points de vue qui m'avaient d'abord servi seulement à retrouver la division des sciences du premier ordre en sciences du second et du troisième.»(23)

En somme il constate que la considération des quatre points de vue est absolument générale et que si l'on effectue le classement avec une autre clef, on arrive aux mêmes divisions.

Car, que l'on classe les sciences en partant de l'ensemble des analogies qu'elles présentent, ou que l'on adopte une division telle que les sciences procèdent de la plus simple à la plus compliquée (les mathématiques avant les sciences physiques; celles-ci, précédant les sciences naturelles et les sciences médicales), on finit toujours par retrouver, nous dit-Ampère, la classification selon les quatre points de vue

«Je ne puis qu'indiquer ici ces quatre points de vue, dont la distinction doit être regardée comme étant, en quelque sorte, le principe de la classification naturelle des connaissances humaines, quoique je sois parvenu à cette classification par des considérations qui en sont tout-à fait indépendantes» (24)

Cette constatation est pour A.M.Ampère une preuve du caractère "naturel" de sa classification puisque «deux moyens aussi différents entre eux s'accordent à reproduire et dans le même ordre, les divisions et subdivisions des connaissances humaines.» (25)

Et s'il en est ainsi, c'est à cause bien entendu, de la nature même de notre intelligence. Si nous suivons notre intelligence de façon "naturelle", peu importe les procédés que nous utilisons, immanquablement nous obtenons les mêmes résultats, puisqu'il n'existe qu'un seul ordre : l'ordre nouménal du réel, en quelque sorte, qui est en rapport avec l'ordre phénoménal, les deux étant en rapport étroit avec l'ordre de notre esprit:

«Le fait général de l'accord constant des divisions que cette considération établit entre toutes nos connaissances avec celles que j'avais déduites de considérations toutes différentes, en partant de l'ensemble des analogies que présentent les diverses sciences, doit avoir, et a en effet son principe dans la nature même de l'intelligence» (26)

A.M.Ampère se doit de faire une comparaison entre les classifications naturelles et les classifications artificielles. La première qualité des classifications vraiment naturelles est leur

souplesse et leur adaptabilité au fur et à mesure que l'on découvre de nouveaux rapports. Ainsi A.M.Ampère a-t-il pu, pas à pas, faire «un grand nombre de changements» parce que, dit-il, «je venais de découvrir de nouveaux rapports entre les sciences que j'avais d'abord mal classées faute d'avoir aperçu ces rapports.» Cette souplesse ne saurait se constater dans les classifications artificielles: «quand il est question d'une méthode artificielle, une fois que les principes en sont posés, elle ne peut plus être susceptible d'une variation. Dès que Linné eut établi ses classes et ses ordres du règne végétal, d'après le nombre et les rapports mutuels des étamines et des pistils il ne pouvait plus y avoir rien à changer dans son système» (27) D'ailleurs: «Par cela même que les classifications artificielles reposent sur des caractères dont le choix est arbitraire, on peut en imaginer à volonté. Mais ces différents systèmes loin de contribuer au progrès des sciences, ne servent trop souvent qu'à y porter une confusion fâcheuse au contraire, les classifications naturelles précisemment parce qu'elles emploient tous ceux qu'offrent les objets, exigent qu'on en considère toutes les faces, qu'on en étudie tous les rapports et conduisent ainsi à la connaissance la plus complète qu'il soit donné à l'homme d'atteindre» (28) Ainsi la "méthode naturelle" qui se veut totalisante s'efforce de découvrir un réseau de rapports aussi complet que possible. Patrick Tort (29) insiste, d'ailleurs, sur le fait qu'en reconnaissant ses limites, cette méthode s'affronte à son propre idéal, réajuste sa démarche. C'est en risquant, en quelque sorte, des déstructurations permanentes, des refontes et des crises, qu'elle devient un outil particulièrement performant pour augmenter les connaissances.

A.M.Ampère nous renseigne aussi sur l'utilité de sa classification.

Toutes les classifications ont un intérêt pour faire progresser la connaissance des objets que l'on a voulu classer. «Aussitôt que l'homme a acquis un certain nombre de notions sur quelque objet que ce soit, il est porté naturellement à les disposer dans un ordre déterminé pour les mieux posséder, les retrouver, les communiquer au besoin.» (30) et la connaissance des objets dont il s'occupe progresse «l'obligeant à considérer cet objet sous différentes faces, et en lui faisant découvrir de nouveaux rapports que sans cela, il aurait pu ne pas apercevoir» (31)

A.M.Ampère réunit dans le même mot science ce que nous appelons aujourd'hui science fondamentale et science appliquée: «sous le rapport de la connaissance tout art, comme toute science, est un groupe de vérités démontrées par la raison, reconnues par l'observation ou perçues par la conscience, que réunit un caractère commun» (32) Ce caractère est soit la nature de l'objet, par exemple la botanique et la zoologie se réfèrent à deux objets de nature différente et la botanique et l'agriculture se réfèrent à une même objet "les végétaux" mais considéré dans l'un et l'autre cas selon deux points de vue différents: "la simple connaissance" pour la botanique et (sous le point de vue) de leur utilité et des procédés que nous employons pour les multiplier et en retirer les substances dont nous avons besoin» pour l'agriculture. (33)

L'intérêt d'une classification naturelle se révèle dans un grand nombre de domaines.

Un premier exemple de cet intérêt serait de: «régler convenablement les divisions en classes et sections d'une société de savants». On sait qu'à l'époque d'Ampère, ce problème était de la plus haute importance. A l'Institut, jusqu'en 1775, il y avait trois disciplines en sciences mathématiques (géométrie, astronomie, mécanique) et trois disciplines en sciences physiques (anatomie, chimie et botanique) en 1795, l'Institut National qui remplace l'Académie des Sciences de l'ancien régime sera créé avec dix sections différentes (34)

Un autre exemple que signale, Ampère, est "la disposition la plus convenable d'une grande bibliothèque" ou aussi la composition «d'une encyclopédie vraiment méthodique, où toutes les branches de nos connaissances fussent enchaînées, au lieu d'être dispersées par l'ordre alphabétique» N'est ce pas ce qui a manqué à Ampère lorsqu'il a étudié, comme le disent ses biographes, la totalité de la grande Encyclopédie du XVIIIe siècle, celle de d'Alembert et Diderot ? (35)

Une classification de toutes les connaissances, vraiment naturelle, devrait contribuer à rendre l'enseignement public «plus méthodique et même plus facile à comprendre» Elle serait précieuse à celui qui «se proposerait de faire un cours sur une partie quelconque des connaissances humaines, ou de l'exposer dans un traité. (Il) trouverait dans la manière dont j'ai divisé les sciences du premier ordre en science du second et du troisième, une sorte de plan tout fait, pour disposer dans l'ordre le plus naturel les matières qu'il doit traiter dans son cours ou dans son ouvrage.» (36)

Quant aux établissements d'enseignement supérieur, l'avantage d'une telle classification serait des plus évidents «pour que rien ne fût omis et que chaque cours fût renfermé dans ses limites naturelles.»

A.M.Ampère déplore de n'avoir pas eu le temps de faire un véritable traité de mathésiologie. (37) «je me serais appliqué à faire connaître les vérités fondamentales sur lesquelles elle repose; les méthodes qu'il convient de suivre, soit pour l'étudier, soit pour lui faire faire de nouveaux progrès; ceux qu'on peut espérer suivant le degré de perfection auquel elle est déjà arrivée: j'aurais signalé les nouvelles découvertes, indiqué le but et les principaux résultats des travaux des hommes illustres qui s'en occupent; et quand deux ou plusieurs opinions sur les bases mêmes de la science partagent encore les savants, j'aurais exposé et comparé leurs systèmes, montré l'origine de leurs dissentiments, et fait voir comment on peut concilier ce que ces systèmes offrent d'incontestable.» (38)

Ce traité serait du plus grand intérêt pour le véritable "ami des sciences" qui «sans former le projet insensé de les connaître toutes à fond, voudrait cependant avoir de chacune une idée suffisante pour comprendre le but qu'elle se propose, les fondements sur lesquels elle s'appuie, le degré de perfection auquel elle est arrivée... (Il) pourrait s'intéresser également aux discussions qui partagent les diverses écoles ... comprendre et apprécier jusqu'à un certain point ce qu'il entend dans une séance académique, ce qu'il lit dans un journal ou dans un compte rendu des travaux d'une société de savants...» (39)

Ainsi, dans la préface de l'Essai, A.M.Ampère nous révèle en détail, le cheminement de sa pensée dans les étapes successives qui l'on conduit à établir sa classification des sciences. Nous constatons, comme en filigrane, toute sa philosophie de la science. Tout d'abord, il tient à nous prouver qu'il existe réellement un ordre naturel "nouménal" que, quels qu'en soient les objets à classer, l'esprit humain peut et doit s'efforcer de découvrir. Et comme cet ordre naturel est en relation étroite avec les facultés de l'esprit humain lui -même, de quelque façon que l'esprit humain s'y prenne, mais à condition de rester souple et disponible pour percevoir les analogies, il retrouvera l'ordre de la classification qui correspond à la «vraie nature des choses»

Un premier moyen, et c'est ce qu'a d'abord fait Ampère, est de mettre les sciences dans un ordre de priorité allant de la plus simple à la plus complexe de telle façon qu'on ait besoin de connaître les sciences qui la précèdent dans la classification, avant d'aborder une science quelconque et non l'inverse: «Il faudra aussi qu'elles soient disposées dans un ordre tel qu'un homme qui voudrait en parcourir toute la série les trouve rangées à la suite les unes des autres de manière qu'en les suivant dans cet ordre, il n'ait jamais besoin, du moins autant que cela est possible, d'avoir recours, pour l'étude d'une science à d'autres connaissances qu'à celles qu'il aurait acquises en étudiant les sciences précédentes.» (40)

Un autre moyen, et c'est ce qu'il a constaté par la suite, est de classer les sciences selon les quatre points de vue calqués sur les quatre conceptions découvertes dans l'ordre intellectuel et ces deux moyens ou "clefs", qui pour A.M. sont réellement indépendants l'un de l'autre, nous amène à la même classification et «cet accord est, selon moi la preuve la plus convaincante que ces divisions sont fondées sur la nature même de notre esprit et de nos connaissances». (41)

«Ce sera au lecteur à juger si, en classant toutes les vérités dont se composent nos connaissances je suis parvenu à les disposer de manière que chacune d'elles fut la plus rapprochée possible de celles avec lesquelles elle a le plus d'analogie, et si j'ai satisfait en même temps à d'autres conditions [c'est à dire les deux clefs différentes] qui sont particulières à la classification naturelle des sciences» (42)

Il restait une dernière chose à faire, pour A.M.Ampère, «Une classification ne peut exister sans nomenclature, sans qu'une langue bien faite, comme dit Condillac, nous donne le moyen de la fixer dans notre mémoire et de nous en servir pour communiquer à nos semblables et la classification elle-même, et les idées qu'elle nous suggère.» (43) et il nous explique longuement comment son effort de nomenclature l'a amené à parfaire et à modifier sa classification.

«Plus j'ai travaillé à assigner à chaque groupe de vérités le nom le plus convenable, plus j'ai reconnu que les modifications des caractères distinctifs des sciences, suivant la nature des objets qu'elles considèrent, en devaient nécessairement entraîner dans leur nomenclature, et plus j'ai vu cette nomenclature s'éloigner d'une sorte de régularité apparente que j'avais d'abord cherché à lui donner.» (44)

Donc, pour A.M. Ampère, ce travail de nomenclature est une autre "clef" pour découvrir l'ordre vraiment naturel de sa classification et il déplore que les autres auteurs n'aient pas soigneusement indiqué, comme il le fait lui-même, la façon dont ils se sont laissés guidés eux-aussi par la nature des choses: «et, je crois qu'il aurait été extrêmement avantageux pour les progrès des sciences naturelles, que tous ceux qui ont proposé, soit des classifications fondées sur la nature réelle des êtres, soit des changements aux classifications existantes, eussent exposé avec le même soin les motifs qui les avaient portés à adopter ces nouvelles classifications, ou à faire ces changements aux classifications admises, au lieu d'énoncer seulement, comme on l'a fait trop souvent, les résultats d'un travail dont on négligeait de faire connaître les détails.» (45) A.M.Ampère est soucieux d'expliquer la démarche suivie en cours d'élaboration. En effet, si cela n'est pas fait, si on présente au lecteur une classification achevée, celle-ci pourra apparaître "artificielle" sujette à l'arbitraire, et la dénomination de classification "naturelle" aura tout lieu d'apparaître non justifiée.

II ARCHITECTURE DE LA CLASSIFICATION DES SCIENCES

1° Caractères généraux de la classification des sciences

Ainsi, selon Ampère, «... les deux principaux moyens de caractériser une science et de fixer les limites qui la séparent de toutes les autres, sont d'une part, la nature des objets qu'on y étudie: de l'autre, le point de vue sous lequel on considère ces objets. Ce n'est qu'en combinant ces deux moyens de définition et de classification qu'on peut espérer de trouver l'ordre dans lequel elles s'enchaînent le plus naturellement et les réunir en groupes de différents ordres, d'après leurs véritables analogies.» (46)

Ampère introduit les quatre points de vue que l'on peut porter sur un même objet de la manière suivante : «Il est de l'essence même de l'intelligence humaine de s'élever successivement dans l'étude d'un objet quelconque, en examinant d'abord ce qu'il nous présente immédiatement, et qu'il met en quelque sorte sous nos yeux; ensuite de chercher à déterminer ce qu'il y a de caché dans ces mêmes objets: et c'est à ces deux points de vue que se bornerait notre étude, s'ils s'offraient à nous les mêmes en tout temps et en tout lieu. Mais dans la nature tout éprouve de continuelles variations, que nous comparons, pour déduire de cette comparaison les lois générales qui président à ces variations. Enfin, sous un quatrième point de vue, qui complète tout ce que l'homme peut savoir de l'objet qu'il étudie, il cherche à découvrir quelque chose de plus caché encore que les inconnues déterminées dans le second point de vue, et c'est ici que se présente à nos recherches tout ce qui est relatif à l'enchaînement des causes et des effets. En un mot, observer ce qui est patent (c'est le point de vue autoptique); découvrir ce qui est caché (point de vue cryptoristique); établir les lois qui résultent de la comparaison des faits observés et de toutes les modifications qu'ils éprouvent suivant les lieux et les temps (point

de vue troponomique); enfin procéder à la recherche d'une inconnue plus cachée encore que celle dont nous venons de parler, c'est-à-dire remonter aux causes des effets connus, ou prévoir les effets à venir, d'après la connaissance des causes (point de vue cryptologique): voilà ce que nous faisons successivement, et les seules choses que nous puissions faire dans l'étude d'un objet quelconque d'après la nature de notre intelligence.» (47,48)

En cherchant à faire une classification naturelle Ampère s'impose de «commencer par les dernières subdivisions, composées d'individus moins nombreux et dont les analogies sont plus frappantes et plus aisées à déterminer.» (49) Ainsi, Ampère part-il «des groupes formés de vérités (qui se ressemblent) à la fois par la nature de l'objet et le point de vue sous lequel il est considéré»; les sciences qui portent sur de tels groupes forment, ce qu'il nomme, des «sciences du troisième ordre» (50)

Ampère regroupe ensuite les sciences du troisième ordre relatives à un même objet spécial considéré sous tous ces points de vue. Il forme ainsi une science du premier ordre. Les quatre points de vue peuvent être réunis deux à deux; aux deux premiers systèmes: autoptique et cryptoristique, correspond l'étude des faits «considérés en eux-mêmes» et aux deux derniers: troponomique et cryptologique, correspond l'étude des faits pris "corrélativement". Il s'en suit que chacune des sciences du premier ordre peut être divisée en deux sciences du second ordre.

La première de ces sciences du second ordre est une «science élémentaire» qui regroupe celles des sciences du troisième ordre contenant «des vérités qu'on trouve par une étude directe des objets considérés en eux-mêmes»; la seconde est une science «donnant sur l'objet en question les connaissances les plus approfondies auxquelles les hommes aient pu parvenir», cette dernière regroupe les sciences du troisième ordre contenant «des vérités qui résultent de l'observation et de la comparaison des changements que ces mêmes objets éprouvent en différents lieux et en différents temps, observation et comparaison d'où l'on déduit les lois qui conduisent elles-mêmes à découvrir les causes des faits observés.»(51,52)

Comme des sciences du troisième ordre sont réunies en sciences du premier ordre, ayant chacune un même objet spécial, des sciences du premier ordre sont réunies dans des embranchements, ayant chacun un même objet général, en considérant chaque objet spécial kcomme un simple point de vue d'un objet général.» Ainsi «un embranchement résultera de toutes les sciences du premier ordre qui se rapporteront à un même objet général considéré sous tous les points de vue possibles.» (53)

Comme chaque science du premier ordre se subdivise en deux sciences du second ordre, chaque embranchement se subdivise, selon les mêmes critères en deux sous embranchements. Un premier sous-embranchement regroupe «ces sciences où l'objet général (est) étudié en luimême», le second, «des sciences ou l'objet (est) considéré dans ses rapports de changement et de causalité.»(54)

Il ne reste plus qu'à regrouper les embranchements dans les deux règnes: cosmologique et noologique et à diviser chacun de ces règnes en deux sous-règnes. «Les sciences cosmologiques contiendront dans leur premier sous-règne, toutes les vérités relatives à l'ensemble inorganique du monde (sciences cosmologiques proprement dites); et, dans le second, toutes celles qui se rapportent aux êtres organisés (sciences physiologiques). Le premier sous-règne des sciences noologiques aura pour objet l'étude de la pensée et des moyens par lesquels les hommes se communiquent leurs idées, leurs sentiments, leurs passions; (sciences noologiques proprement dites); tandis que le second s'occupera des sociétés humaines et des institutions qui les régissent (sciences sociales).» (55,56)

Selon Ampère «il convient de commencer la série des connaissances humaines» par celles là «qui ont pour objet un plus petit nombre d'idées» et dont «on peut étudier les vérités (qui les) composent sans recourir aux autres branches de nos connaissances.» alors que «celles-ci leur empruntent au contraire de nombreux secours.» (57)

Ceci nécessite de parcourir dans l'ordre suivant les sciences du troisième ordre «qui n'empruntent à l'observation que des notions de grandeurs ou des mesures» (58) lesquelles entrent dans l'embranchement des sciences mathématiques; ensuite celles «qui ont pour objet les propriétés inorganiques des corps, et l'arrangement de ces corps dans le globe terrestre» (59), embranchement des sciences physiques; celles «relatives aux êtres vivants, animaux et végétaux» (60), embranchement des sciences naturelles; enfin, celles «relatives soit aux agents et à toutes les circonstances tant externes qu'internes, qui conservent, altèrent, rétablissent ou détruisent dans les animaux l'ordre normal des phénomènes vitaux, soit aux altérations dont il est susceptible» (61), embranchement des sciences médicales. (Tableau 1) Cet enchaînement qui permet un passage harmonieux de chaque science à la suivante se justifie de façon utilitaire surtout: En effet «le naturalise et le médecin ayant souvent besoin de recourir aux sciences mathématiques et physiques; tandis que le mathématicien n'a jamais et que le physicien n'a que très rarement à emprunter quelques données aux sciences naturelles.» (62)

Aussi l'étude de l'homme ne doit venir qu'après celle du monde et de la nature car «c'est dans une connaissance au moins générale des sciences mathématiques physiques et naturelles que le philosophe trouvera des matériaux pour étudier les facultés de l'intelligence humaine» (63)

Mais A.M.Ampère trouve de plus que cet ordre de classification a une sorte de beauté formelle où les sciences ayant le plus d'analogies se suivent: «car comment ne pas voir l'analogie qui existe entre les mathématiques et les sciences relatives aux propriétés inorganiques des corps, entre ces sciences et celles qui ont pour objet des êtres organisés, entre ces dernières et l'étude des facultés humaines? Enfin, de cette étude à celle des langues, de la littérature et des arts libéraux, et de celles-ci aux sciences sociales, la liaison n'est-elle pas également évidente.» (64)

Ainsi, cette classification des connaissances humaines est-elle établie grâce à une première division des connaissances humaines en deux règnes relatifs: l'un aux êtres matériels, l'autre à la pensée et aux sociétés humaines, et grâce à des divisions successives «constamment dichotomiques ... de chaque règne en deux sous-règnes, de chaque sous-règne en deux embranchements, et de chaque embranchements en deux sous-embranchements, contenant chacun deux sciences du premier ordre.» (65). Et au-delà encore, chaque science du premier ordre est divisée en deux sciences du second ordre et chacune d'elles, en deux sciences du troisième ordre. Dans cette architecture harmonieuse, il correspond donc à chacun des deux règnes, cosmologique et noologique: deux sous-règnes, quatre embranchements, huit sous-embranchements, seize sciences du premier ordre, trente-deux sciences du second ordre et soixante-quatre sciences du troisième ordre. Et il n'est pas un élément de l'un des deux règnes qui n'ait son correspondant dans l'autre.

Pour terminer, nous noterons l'analogie frappante qui apparaît entre les quatre points de vue sous lesquels un même objet peut être considéré: autoptique, cryptoristique, troponomique et cryptologique et les quatre sortes de conceptions: primitives, objectives, onomatiques et explicatives qui ont été mises en évidence dans la classification des faits intellectuels. «(Le point de vue autoptique) embrassant, tout ce dont nous acquérons immédiatement la connaissance, correspond aux conceptions primitives; (au point de vue cryptoristique), qui s'occupe de ce qui est caché derrière ces apparences, répondent les notions objectives par lesquelles nous concevons, d'une part la matière qui est comme cachée derrière les sensations, de l'autre, la substance motrice pensante et voulante qui l'est derrière les phénomènes relatifs à l'activité; le point de vue troponomique, est celui dans lequel on compare les propriétés des

corps ou les faits intellectuels pour établir des lois générales, et c'est aussi à des comparaisons que sont dues les conceptions onomatiques; le point de vue cryptologique enfin repose sur la dépendance mutuelle des causes et des effets, qui est aussi l'objet des conceptions explicatives.» (66,67).

2° Les mathématiques et les sciences physiques dans la classification d'Ampère

Nous abandonnons à présent l'ordre dans lequel Ampère présente sa classification; le point de vue constructiviste qu'il a adopté pour établir sa classification l'a conduit à remonter par niveaux successifs des sciences du troisième ordre aux règnes cosmologique et noologique. Nous limitons notre propos à la place qu'Ampère attribue aux mathématiques et aux sciences physiques dans sa classification des sciences; ainsi pourrons nous ensuite y situer ses propres oeuvres.

A) Les sciences mathématiques

a) Architecture de cet embranchement

Les sciences mathématiques sont celles qui n'empruntent à l'observation que les notions de grandeurs ou des mesures; cet embranchement est constitué de quatre sciences du premier ordre: (1) l'arithmologie (l'un des nombreux néologismes forgés par Ampère) est la science relative à la mesure des grandeurs en général; (2) la géométrie, à la mesure et aux propriétés de l'étendue; (3) la mécanique, à la détermination générale du mouvement et des forces; et, (4) l'"uranologie" à la détermination des mouvements et des forces qui existent réellement dans l'étendue. (68) (Tableau 2)

Pour mémoire, l'arithmologie est composée de quatre sciences (1) l'arithmographie est la science des opérations sur les nombres et les lettres qui les représentent, dans cette science les expressions différentes que peut prendre un même nombre sont, en quelque sorte, sous nos yeux et en cela cette science est autoptique, (2) "analyse mathématique", vise à la résolution des équations, et dans cette science, il convient de dégager des inconnues qui sont, en quelque sorte, cachée d'où son caractère cryptoristique, (3) la théorie des fonctions est troponomique dans la mesure où les fonctions relient des grandeurs qui varient simultanément selon les lois du calcul différentiel et du calcul intégral; (4) enfin, la théorie des probabilités est cryptologique dans la mesure où elle vise à exprimer par des nombres les divers degrés de probabilité d'évènements, ainsi elle contribue parfois à la recherche des causes (69)

La géométrie est la science relative à la mesure et aux propriétés de l'étendue, elle est elle aussi composée de quatre sciences. La géométrie synthétique est cette partie des mathématiques approfondie par les anciens qui lui avaient donné le nom de géométrie, et à laquelle les modernes n'ont presque rien ajouté, .» (70). Cette géométrie trouve son exposition la plus achevée dans les "Eléments de géométrie" publiés par Legendre en 1794, ouvrage qui eut plus de vingt éditions du vivant de l'auteur. La géométrie analytique est la science que l'on «désigne ordinairement sous le nom d'application de l'algèbre à la géométrie; ...». "La théorie des lignes et des surfaces" est l'application de la théorie des fonctions à la mesure de l'étendue, les fonctions sont ici les relations constantes qui rendent compte des courbes engendrées par les déplacements continus de points et des surfaces engendrées par les déplacements de ces courbes, dans l'espace. Enfin, la géométrie moléculaire est la «science qui a pour objet la détermination de ce que l'on nomme formes primitives dans les corps susceptibles de cristalliser, d'après les formes secondaires données par l'observation, ou, réciproquement, d'expliquer l'existence des formes secondaires quand on connaît les primitives. (Cette science) est connue sous le nom de cristallographie. Il suffit d'ouvrir l'ouvrage où elle a été exposée par le grand physicien (R.J.Hauy) qui l'a créée, pour s'assurer qu'elle est purement mathématique, et que tout s'y borne à combiner des figures polyédriques de manière à en produire d'autres.» (71). Dans cette dernière science, la géométrie moléculaire, Ampère retrouve le point de vue cryptologique, puisqu'elle «a pour but de pénétrer un des mystères les plus cachés de la nature,

les causes pour lesquelles une même substance affecte les diverses formes cristallines dont cette science étudie la dépendance mutuelle.»(72)(Tableau 3)

La mécanique est la science relative à la détermination générale des mouvements et des forces, elle se décompose en quatre parties.

(1) La cinématique «doit renfermer tout ce qu'il y a à dire des différentes sortes de mouvements, indépendamment des forces qui peuvent les produire. Elle doit d'abord s'occuper de toutes les considérations relatives aux espaces parcourus dans les différents mouvements, aux temps employés à les parcourir, à la détermination des vitesses d'après les diverses relations qui peuvent exister entre ces espaces et ces temps. Elle doit ensuite étudier les différents instruments à l'aide desquels on peut changer un mouvement en un autre», c'est-àdire les machines, si on définit une machine comme «un instrument à l'aide duquel on peut changer la direction et la vitesse d'un mouvement donné.» (73). Cette science du "mouvement considéré géométriquement "(74) à laquelle Ampère attache le nom de Lazare Carnot (75), est comme la géométrie synthétique, et pour les mêmes raisons, une science dont l'objet (le mouvement pour l'une, l'étendue pour l'autre), est «susceptible d'observation immédiate» (76); aussi le point de vue autoptique est-il aisé à reconnaître dans cette science. (2) La statique est une science où l'on traite, au contraire, des forces indépendamment des mouvements. Puisque les forces se dérobent à l'observation, «et que nous ne pouvons même conclure leur existence que de celle des mouvements observés» et qu'il convient pour déterminer les conditions d'équilibre de différents systèmes de forces, que les rapports des vitesses virtuelles, vitesses que les points d'application des forces sont susceptibles de prendre, aient été déterminés par la cinématique. Ainsi la statique relève-t-elle d'un point de vue cryptoristique. (3) La dynamique, dans cette science on considère simultanément les forces et les mouvements qu'elles produisent et on déduit de leur comparaison les «lois générales du mouvement, d'après lesquelles, les mouvements étant donnés, on calcule les forces capables de les produire, ou, au contraire, on détermine les mouvements quand on connaît les forces.» Ainsi, considère-t-on les mouvements et les forces d'un point de vue troponomique. Enfin (4), la mécanique moléculaire, science «dont les différentes parties se trouvent dispersées dans divers mémoires et quelques ouvrages spéciaux, dûs aux plus illustres mathématiciens, qui, transportant aux molécules dont les corps sont composés les mêmes lois obtenues dans la dynamique pour des points isolés ou des corps d'un volume fini, ont trouvé dans l'équilibre et les mouvements de ces molécules les causes des phénomènes que nous présentent les corps.»(77) (Tableau 4)

Ainsi cette science qui applique la dynamique aux molécules des corps qui se dérobent à toute investigation, présente le point de vue cryptologique de la mécanique, comme la géométrie moléculaire celui de la géométrie. Pour le lecteur des années 1830, il est aisé de nommer "ces plus illustres mathématiciens", la plupart d'entre eux furent à la Société d'Arcueil: Laplace en tête, Biot, Poisson, ... et parmi les phénomènes à interpréter, la théorie du son et la capillarité occupent une place de choix.

L'uranologie est la science relative à la détermination des mouvements et des forces qui existent réellement dans l'étendue, alors que la mécanique étudie les mouvements et les forces en général. L'uranologie étudie «des mouvements effectifs, soit apparents, soit réels, des globes semés dans l'espace» (78) alors que la mécanique étudie des mouvements qui «ne sont considérés que comme possibles», les mouvements ne devenant effectifs que si les corps existent. Selon Ampère, "l'uranologie comprend (1) l'uranographie, qui «s'occupe de tout ce que le spectacle du ciel offre à l'observation immédiate» (2) l'héliostatique qui explique «toutes les apparences célestes, en montrant comment elles résultent des mouvements réels de la terre sur son axe, de la terre et des planètes autour du soleil, et en supposant ce dernier immobile au centre du système planétaire», (3) l'astronomie qui se réduit aux lois de Képler des mouvements planétaires et (4) la mécanique céleste. Ampère emprunte son nom «au titre de l'ouvrage où elle a été si admirablement développée par l'illustre interprète de Newton» (79); il ne saurait mieux marquer son admiration pour Laplace qu'en n'ayant aucun besoin de le nommer. Ampère souligne que la mécanique céleste a été rendue possible par la découverte de la cause de tous les mouvements célestes par Newton; et que cette cause, c'est l'attraction universelle; une «force inhérente à toutes les particules de la matière» (80).

b) Statut épistémologique des sciences mathématiques chez Ampère

Avant d'abandonner les quatre sciences du premier ordre qui constituent les sciences mathématiques, il convient avec Ampère d'énoncer ce caractère qu'elles ont en commun, «celui de se rapporter toutes à un objet en général; l'univers considéré dans son ensemble, par opposition à l'étude des matériaux dont il est composé Tout ce que nous pouvons connaître de cet ensemble, ce sont des rapports de grandeur et de position, les propriétés de l'étendue où il existe, les mouvements des globes semés dans l'espace, et les forces qui déterminent ces mouvements; c'est pour cela, que dans les trois premières on s'occupe des vérités relatives à ces différents objets, abstraction faite de leur réalisation, et telles qu'elles seraient dans tous les mondes possibles; tandis que dans la dernière on les applique à l'étude du monde réel.» (81)

Parce que les objets étudiés dans les sciences mathématiques peuvent résulter d'abstractions opérées sur des objets physiques, ce qui distingue vraiment les sciences mathématiques des sciences physiques c'est que les sciences mathématiques «n'empruntent à l'observation que des idées de grandeurs et des mesures ... et par conséquent que celui qui les étudie se borne à connaître ce qui est, sans exercer sur les corps aucune action.» (82)

Ceci justifie de placer *l'uranologie* dans les sciences purement mathématiques car si l'étude des planètes est susceptible d'une vérification par l'observation elle ne se prête à aucune manipulation de la part de l'homme. La distinction platonicienne entre le monde lunaire et sublunaire est conservée. Les sciences physiques dont les objets d'étude se trouvent,

obligatoirement, sur le globe terrestre n'ont pas la généralité et la beauté formelle, faite de perfection et de simplicité, des sciences mathématiques.

Il convient encore de remarquer qu'Ampère récuse l'idée selon laquelle les mathématiques ne sont qu'une vue de l'esprit; ici, c'est le point de vue kantien qui est particulièrement attaqué: «On a voulu placer les mathématiques proprement dites (parmi les sciences noologiques) d'après l'idée, absolument dénuée de fondement, que les vérités dont elles se composent n'avaient aucune réalité extérieure, et se rapportaient uniquement à des vues de notre esprit, comme si les lois mathématiques du mouvement des astres ne réglaient pas ce mouvement depuis que le monde existe, et bien avant que Képler les eût découvertes.» (83)

Nous pouvons suivre Ampère lorsqu'il juge que dans la "Mécanique céleste" de Laplace, ce sont des relations entre les substances et, chez Ampère, substances et noumènes sont synonymes qui sont prises en considération. (Comme d'ailleurs dans "L'histoire du ciel" écrite par Kant à l'époque anté-critique.) Ce qu'Ampère met ici en cause, c'est le criticisme de Kant qui voit dans l'espace, non un être physique, mais une des formes a priori de la sensibilité, une intuition pure.

Chez Ampère, les objets des sciences mathématiques ont leur origine dans l'observation des choses qui nous environnent. Leurs conceptualisations résultent d'une part d'opérations d'abstraction portant sur leurs qualités sensibles et, selon les sciences du troisième ordre considérées: arithmologie, géométrie etc..., sur quelqu'unes des quantités, notion des grandeurs et des mesures qui les caractérisent; et, d'autre part, de notre faculté intellective à saisir les rapports entre les noumènes au travers des rapports entre les phénomènes.

Ampère ne limite pas les mathématiques à l'arithmétique et à la géométrie. Il y joint la mécanique et l'uranologie, deux sciences qu'il désigne comme des sciences physicomathématiques-par opposition aux deux premières: les sciences purement mathématiques. Pour Ampère, il va de soi que la mécanique et l'uranologie appartiennent aux sciences mathématiques car «quiconque a la moindre idée juste des mathématiques sait assez l'impossibilité absolue d'éloigner l'arithmologie, et la géométrie de la mécanique et de l'uranologie, où tout est semblable dans la nature des recherches, des calculs etc ...» (84).

c) La poursuite possible de la division des sciences

Dans un autre ordre d'idées, il importe de remarquer que chacune des sciences du troisième ordre peut, à son tour, être subdivisée en deux sciences du quatrième ordre ou en quatre sciences du cinquième ordre, selon les *quatre points de vue*.

Ainsi, par exemple: «l'uranographie, où l'on ne s'occupe que de la description du ciel et du mouvement apparent des astres, est en général le point de vue autoptique de l'uranologie; mais cela n'empêche pas que l'on ne puisse y former une première subdivision plus particulièrement autoptique, où l'on ne décrirait que ce que nous voyons en effet

immédiatement; une seconde, qui présenterait le caractère cryptoristique, quand, à l'aide du télescope on découvre des choses plus cachées...; une troisième qu'on pourrait regarder comme troponomique, où l'on formerait différentes classes des astres, et que l'on établirait les lois qui président aux inégalités des mouvements apparents du soleil et des planètes, ... etc, enfin, une subdivision cryptologique qui expliquerait, en se bornant toujours aux mouvements apparents, les vicissitudes des saisons, les phases de la lune, les éclipses, etc; et parviendrait même à les prévoir, comme faisaient les anciens.»(85)

Cependant de telles subdivisions sont loin d'être utiles et Ampère remarque que & plus on subdivise ... les connaissances humaines, plus les subdivisions qu'on établit sont peu marquées, et finiraient si on les poussait trop loin, par séparer des vérités que, pour la facilité de l'étude et la clarté de l'enseignement, on doit laisser unies.» (86,87).

B) Les sciences physiques et la physique générale dans la classification

On peut dire que les sciences mathématiques ne concernent que les qualités premières et que «les groupes d'être qui les possèdent ont entre eux des rapports réels que nous pouvons découvrir mais que nous ne créons pas.» tandis que les sciences physiques font intervenir des qualités secondes «c'est-à-dire des qualités purement sensibles comme la couleur, l'odeur etc.». (88)

Les sciences physiques s'occupent de plus "de propriétés que nous ne pouvons reconnaître qu'en joignant l'expérience à l'observation et, dès lors, tandis que les sciences mathématiques embrassent l'ensemble de l'Univers, les sciences physiques sont nécessairement bornées à une étude de plus spéciale des corps que l'homme peut atteindre, sans quitter le globe qu'il habite". (89).

Ampère peut maintenant aborder l'embranchement des sciences physiques, "sciences qui ont pour objet les propriétés inorganiques des corps, et l'arrangement de ces corps dans le globe terrestre." (90)

Dans celles-ci, l'univers n'est plus étudié «dans son ensemble et en n'empruntant à l'observation que des notions de grandeurs et des mesures»; mais il est étudié «relativement aux matériaux dont il est composé et en recourant à l'expérience pour découvrir toutes les propriétés de ces matériaux.» (91) (Tableau 2)

Les divisions des sciences physiques répliquent celles des sciences mathématiques. Les sciences physiques se divisent en deux sous-embranchements: la physique proprement dite et la géologie, le premier des deux se subdivise en physique générale et technologie.

Nous limiterons ici notre propos à la physique générale; celle-ci est «relative aux propriétés inorganiques (des corps), et aux phénomènes (qu'ils présentent considérés en général), indépendamment des lieux et des temps.» (92). Elle se divise en deux sciences du

second ordre la physique générale élémentaire et la physique mathématique, lesquelles se subdivisent respectivement en physique expérimentale et chimie et en stéréonomie et atomologie.

- a) La physique expérimentale «renferme toutes les vérités qui résultent de l'observation immédiate des corps. Elle décrit leurs divers états, leur dureté, leur élasticité, leur pesanteur, tous les phénomènes dûs à leur action mutuelle, et les instruments à l'aide desquels nous les constatons. ... Elle doit embrasser toutes (les propriétés) qui ne supposent, pour se manifester, ni changement dans la combinaison des éléments des corps, ni vie dans ceux qui sont soumis à l'expérience.» (93)
- b) *La chimie* étudie les éléments qui composent les corps et les proportions dans lesquelles ces éléments sont combinés.
- c) La stéréonomie: «En comparant les diverses valeurs que prend une des propriétés que présentent les corps, lorsqu'on fait varier successivement les circonstances dont cette propriété peut dépendre, on détermine les lois des phénomènes, et de ces lois exprimées en formules, on déduit ensuite, à l'aide du calcul, toutes les vérités qui en dépendent.» (94) De là une autre branche de la physique générale qu'Ampère nomme stéréonomie (ou loi des corps). Ampère ne nous donne pas d'exemple d'une telle science, on peut avancer sans trop de risque qu'il aurait pu citer. "La théorie analytique de la chaleur" publiée en 1822 par J. Fourier; puisque le concept de température n'y reçoit pas d'interprétation mécanique, (la température, grandeur, intensive, repère l'intensité d'une qualité seconde, le degré du chaud ou du froid).
- d) L'atomologie s'attache aux causes cachées des phénomènes. «Or, ces causes résident dans les forces que les molécules de la matière exercent les unes sur les autres. (95) (Tableau5)

Les deux premières sciences forment la physique générale élémentaire et les deux suivantes, la physique mathématique. Il est évident que la stéréonomie est une physique mathématique ; l'atomologie peut, elle aussi, être considérée comme une physique mathématique puisque «la pierre de touche de toute hypothèse sur la valeur et le mode d'action des forces moléculaires est dans la détermination, à l'aide du calcul, des diverses valeurs que doivent prendre, dans cette hypothèse, les qualités des corps à mesure que varient les circonstances dont elles dépendent, et dans la comparaison des résultats ainsi obtenus avec ceux que fournit l'expérience.» (96)

C) Les rapports entre sciences mathématiques et sciences physiques

Dans la classification des sciences d'Ampère, la science physico-mathématique et la physique mathématique ne se situent pas de manière semblable: la première est un sous-embranchement des sciences mathématiques, la seconde, une science du second ordre réunissant la stéréonomie et l'atomologie. Il ne convient donc pas de les rapprocher alors qu'il est possible de rapprocher d'une part la stéréonomie et la dynamique, d'autre part, l'atomologie et la mécanique moléculaire.

En effet, selon Ampère, la stéréonomie comprend «l'étude comparée des moyens par lesquels on peut donner aux expériences toute la précision dont elles sont susceptibles, les corrections qu'il faut faire aux résultats qu'on en tire, suivant les circonstances de température, de pression atmosphérique, etc., les formules qu'on déduit de la comparaison des résultats obtenus, et toutes les conséquences où l'on est conduit en appliquant à ces formules les calculs de la dynamique.»(97)

Quant à l'atomologie, elle comprend «tout ce qui est relatif à la recherche des causes des phénomènes de la physique expérimentale et de la chimie, soit les lois de la physique mathématique proprement dite; causes qui se réduisent, en dernière analyse, aux forces d'attraction ou de répulsion qui ont lieu entre les molécules des corps, et entre les atomes dont ces molécules sont composées.» (98)

Ainsi l'atomologie peut être rapprochée de la mécanique moléculaire; comme elle, ses lois sont celles de la dynamique. Cependant, nous ne pouvons réduire l'atomologie à la mécanique moléculaire puisqu'elle vise à rendre compte des qualités sensibles des corps et des lois qui déterminent leurs modifications selon les circonstances. (99,100)

La classification des sciences d'A.M.Ampère a eu un certain retentissement pour le développement de la chimie après lui. Ainsi Baudrimont exprime nettement à quel point il s'appuie sur les idées d'Ampère: «Il y a donc dans les sciences, et notamment dans la physique et dans la chimie, deux parties qu'il importe de distinguer: une positive et une spéculative, partie qu'Ampère a désigné, dans sa philosophie des sciences, sous les noms d'autoptique (évidente) et de cryptologique (cachée). Faut-il n'adopter que la première partie et repousser entièrement la seconde? c'est ce qui est admis par plusieurs savants et ce qui a été rendu évident par les opinions émises devant l'Académie des Sciences...» On reconnait là le courant positiviste qui atteindra son point culminant avec Marcelin Berthellot à la fin du siècle. Baudrimont quant à lui ne désavouerait pas Ampère en précisant: «... oui, il y a dans la science une partie certaine, positive, indubitable que nous ne pouvons refuser d'admettre et qui mérite tout notre respect, mais il y a aussi une partie spéculative qui nous prépare un avenir de lumière et de grandeur, que nous devons nous efforcer de connaître; car c'est elle qui nous permettra de relier entre elles les parties de la science, d'en construire le monument, d'en comprendre l'ensemble, la beauté et la magnificence.» (101)

En terminant cette première partie et avant d'aborder l'oeuvre chimique d'A.M.Ampère il convient de dégager la question centrale qui apparaît comme en filigrane dans son oeuvre philosophique et semble commander toutes les démarches de son intelligence. «je ne trouve que des vérités, montre moi la Vérité» (102) C'est bien à cette question qu'il s'efforce de répondre philosophiquement dans sa classification des faits psychologiques et dans sa classification des Sciences.

Pour lui, la métaphysique ne se réduit pas à une simple analyse des facultés humaines comme le prétendait l'idéologie du XVIII^e siècle. Avant la genèse des êtres ou des objets il lui faut établir leur classification en faits "irréductibles" analogues aux corps simples de Lavoisier, aux espèces fixes de Cuvier, aux ordres naturels de Jussieu et reliés entre eux par des relations primitives et fondamentales.

Il oppose à la thèse condillacienne de la sensation transformée, le raisonnement progressif qui découvre du nouveau et dont chaque maille est reliée aux autres par une relation qui demeure la même quand les termes changent. Les modes premiers d'union ou de coordination: étendue, durée, causalité, mouvement,nombre, divisibilité qui donnent lieu aux axiomes mathématiques sont absolument indépendants de la nature des éléments coordonnés aussi bien que de nos organes. De ce fait il est possible de transporter les rapports que nous constatons entre les phénomènes, aux noumènes de nature inconnue qui en sont la cause permanente.

Par là, Ampère se sépare des conclusions sceptiques de Kant pour qui ces lois de corrélation ou catégories n'existent que dans et pour l'entendement humain, et ne valent que pour les phénomènes dans lesquels elles apparaissent.

Pour A.M.Ampère la psychologie, en harmonie avec le sens commun et avec les découvertes des savants, doit nous permettre d'atteindre les réalités qui sont le fondement de la métaphysique et de la morale. Chez l'homme, le jugement intuitif, terme le plus achevé de la connaissance et qui en détermine tous les autres, nous livre le réel lui même tout en nous découvrant notre moi. Avec Maine de Biran, Ampère ouvre une voie vers l'absolu que E.Kant et A.Comte interdisent à leurs continuateurs en les cantonnant dans une pure phénoménologie.

Mais laissons à A.M.Ampère le soin de résumer en une seule phrase tout le propos de sa philosophie des sciences: «Tant qu'il n'est question que des phénomènes, nous ne pouvons nous tromper dans les jugements que nous en portons; mais ces jugement n'ont qu'une valeur subjective, tandis que les vérités objectives, les seules qui méritent le nom de vérité, consistent dans l'accord des rapports réels des êtres avec ceux que nous leur attribuons dans les conceptions que nous nous en formons.» (103)

Analysons maintenant son oeuvre scientifique en chimie physique et en chimie qui en est, selon nous, l'application concrète.

règne sous-règnes embranchements cosmologiques finaturelles physiologiques Tableau 2 Tableau 2

embranchements sous-embranchements

(mathématiques
proprement dites

Sciences du 1er ordre

Arithmologie
géométrie

sciences mathématiques

physico-mathématiques

mécanique uranologie

sciences physiques physiques proprement dites géologiques Physique générale
Technologie

géologie
oryctotechnie

Tableau 3

Science du 1er ordre Sciences du 2è ordre Sciences du 3è ordre

géométrie élémentaire

géométrie analytique

théorie des formes

géométrie moléculaire

Tableau 4

Science du 1er ordre Sciences du 2è ordre Sciences du 3è ordre

Mécanique élémentaire

Mécanique

Mécanique transcendante

Mécanique moléculaire

Tableau 5

Science du 1er ordre

Physique générale

Sciences du 2è ordre

Physique générale

élémentaire

Physique mathématique

Sciences du 3è ordre

Physique expérimentale

Chimie

Stéréonomie

Atomologie (110)

PARTIE II:

L'oeuvre chimique d'A.M. AMPERE analysée à partir de sa philosophie.

Ce qui, chez les anciens, constituait la science de la physique, était surtout une recherche des conditions essentielles de la matière, une sorte de métaphysique sur les phénomènes naturels, laquelle s'efforçait de trouver dans une loi générale l'explication des faits particuliers. Ce que les modernes entendent par physique est, au contraire, une science qui commence par l'investigation des faits particuliers, et qui se propose, comme but suprême, de tirer de leur comparaison des lois de plus en plus générales, des formules de plus en plus compréhensives. C'est une longue expérience, c'est l'impuissance des méthodes divinatoires, c'est l'insuccès des esprits les plus hardis et les plus vigoureux qui a ramené les écoles modernes dans des spéculations hasardées aux observations patientes et minutieuses, et les théories destinées à expliquer les faits aux faits destinés à fonder les théories. Retrouver, dans les observations isolées qui se multiplient, le lien qui les unit; mettre en relief, d'une manière évidente à tous, la raison cachée qui y est contenue; arracher l'apparence trompeuse qui les montre différentes, et manifester dans un fragment du système, un fragment de la loi universelle, c'est une des oeuvres les plus difficiles de la science moderne; c'est aussi une de celles qui importent le plus à son avancement et qui honorent le plus les efforts du génie.

E.Littré (1843).

CHAPITRE 1

Les conceptions de l'époque sur la structure et le comportement intime de la matière.

A la fin du XVIIIe siècle et au début du XIXe, il va de soi que les phénomènes de la nature que les physiciens et chimistes observent et explorent dans leurs laboratoires, vont permettre de mieux comprendre la constitution et l'organisation intime de la matière. Celle-ci obéit à quelques lois simples de la nature pouvant s'exprimer dans le langage mathématique. Il y a tout lieu de croire que les lois physiques établies à notre échelle de perception sont transférables à l'échelle des "particules ultimes" qui échappe à nos sens. Mais on se rend compte, de plus en plus, que les résultats qu'accumulent les chimistes dans les laboratoires soulèvent des questions nouvelles que le mécanisme triomphant des XVII^{éme} et XVIII^{éme} siècle n'est plus en mesure de résoudre. Le domaine théorique purement calqué sur la physique ne convient plus et la chimie cherche tant bien que mal à s'en démarquer (1).

A.F. Fourcroy, en 1796, par exemple, définit la chimie comme science de la différence ": [Elle] trouve ainsi dans chaque corps naturel des différences que la physique n'y considère point, elle s'occupe de tout en particulier; tandis que la physique ne les voit qu'en général et dans leur ensemble, elle réduit les corps à leurs principes et à leurs éléments par une analyse ou une séparation réelle de leurs molécules " (2).

Haüy, en 1803, le reconnaît aussi: "Si nous considérons dans les corps des propriétés générales et permanentes, ou si les changements que subissent ces corps sont passagers, en sorte que la cause qui les a produits n'ait besoin que de disparoître, pour que les corps retournent à leur premier état; si, de plus, les lois qui déterminent les actions réciproques des mêmes corps se propagent à des distances plus ou moins considérables, les résultats de nos observations restent dans le domaine de la physique. Mais, lorsque les phénomènes dépendent d'une action intime que les molécules des corps exercent les unes sur les autres, à des distances presque infiniment petites, et en vertu de laquelle ces molécules se séparent, pour se réunir ensuite dans un ordre différent, et amener de nouvelles combinaisons ou de nouvelles propriétés, l'étude des phénomènes appartient à la chimie" (3).

Ce que précisera encore le philosophe A.Comte, trente ans plus tard. : "Tandis que les propriétés physiques ne présentent essentiellement d'un corps à un autre, que de simples distinctions de degré, les propriétés chimiques sont, au contraire, radicalement spécifiques, les unes constituent le fondement commun de toute existence matérielle; c'est surtout par les autres que les individualités se prononcent" (4).

Aussi la révolution chimique orchestrée par Lavoisier se produit, non pas par le triomphe de la philosophie mécaniste, mais par une rationalisation de la pratique de laboratoire et une concentration de l'intérêt sur les qualités chimiques (ou qualités secondes) des substances.

Pourtant, depuis Newton, on est persuadé qu'une théorie scientifique devient réellement explicative si l'objet qu'elle définit est capable d'un traitement mathématique (5).

Les physiciens se préoccupent de trouver des lois générales qui rendent compte des propriétés "secondaires et variables des corps" telles que "l'état aériforme, la liquidité, la solidité, la cristallisation, la dureté, l'électricité, etc...". Matière et forces sont en relations

étroites: S'il y a des forces agissantes observables, alors il y a matière. Les manifestations produites par la lumière, la chaleur, le magnétisme, l'électricité sont au coeur des recherches des physiciens et ils envisagent de mathématiser ces phénomènes. De fait, ils espèrent toujours trouver une loi encore plus générale que celle de la gravitation de Newton, une loi justement dont la gravitation parmi d'autres phénomènes serait une conséquence (Coulomb, Poisson, Biot, Fresnel, Fourrier, etc...):

Quant aux chimistes, définir les objets et les concepts de la chimie en classant, accumulant des données expérimentales, essayer de trouver des régularités dans la complexité des phénomènes physiques et réussir à trouver des rapports quantitatifs dans les résultats des expériences; tout cela devient finalement beaucoup plus fécond pour la connaissance de la structure de la matière, que de chercher une mathématisation sophistiquée, calquée sur la mécanique céleste de Newton, en voulant appliquer au niveau des particules ultimes les mêmes lois qui régissent le cours des planètes (Lavoisier, Dalton, H.Davy, Berzélius, etc...).

Pour cerner la structure intime de la matière, de nombreux angles d'attaque sont possibles, mais les deux questions fondamentales qui demeurent en suspens sont, d'une part, de visualiser "les particules ultimes" de matière participant à la constitution des corps et, d'autre part , de trouver une expression mathématique des forces auxquelles ces particules sont soumises, et qui produisent les changements tant physiques que chimiques qui sont observés.

Ce que Cuvier exprime dans son "analyse des travaux de l'Académie Royale des Sciences" pendant l'Année 1819: "... les deux points fondamentaux de la doctrine chimique, savoir, la disposition relative des particules élémentaires des corps, lorsqu'elles sont arrivées à une combinaison fixe, et la force impulsive qui les conduit à cet état, ou qui les contraint à en changer et à se réunir en combinaisons nouvelles, soit entre elles, soit avec des particules d'autres espèces"(6).

Quand ils veulent interpréter leurs expériences, physiciens comme chimistes se donnent une vision atomistique ou dynamiste de la matière, mais c'est l'exploitation systématique des résultats expérimentaux mis en relation avec un atomisme particulier, dû à Dalton, en rupture avec la vision newtonienne, qui donne un essor nouveau à l'investigation de la structure de la matière.

I LES INTERPRETATIONS ATOMISTIQUES ET DYNAMISTES DES PHENOMENES:

Pour les Physiciens des XVIIe et XVIIIe siècle, fidèles aux enseignements de Newton, le problème de la mathématisation des phénomènes dépendant de la structure intime de la matière devait s'aborder en tenant compte du changement épistémologique décisif qu'il avait amorcé. En effet, comme le souligne M.B.Hesse, désormais les objets mécaniques cessaient d'être intéressants parce que familiers, faciles à imaginer et à construire, mais ils étaient intéressants parce qu'ils étaient susceptibles, de par leur structure, d'être convertis en expression mathématiques (7).

Les objets théoriques à traiter, pour rendre compte des phénomènes liés à la structure intime de la matière peuvent bien être des molécules de gaz ou des corpuscules de lumière pourvus de certaines propriétés, ou simplement des points, centres de forces, selon que les hypothèses, au départ, sont plutôt "atomistiques" ou plutôt "dynamistes". Les physiciens qui se réclamaient de l'une ou l'autre tendance s'en refèrent, de toute façon, à Newton (8).

Gay Lussac, en 1828, le précise ainsi : "Il existe deux systèmes sur la composition des corps: le système atomistique et le système dynamique. Le premier est adopté généralement en France et en Angleterre; l'autre système a prévalu dans une grande partie de l'Allemagne.

Dans le premier système, on conçoit que les corps sont composés d'atomes. Nous avons déjà défini ce mot; ce sont des particules extrèmement ténues, jouissant des propriétés générales de la matière, c'est-à-dire, impénétrables ayant une figure déterminée, ayant aussi, pour expliquer la nature diverse des corps, une matière particulière relativement à chaque corps, placées à des distances respectives les unes des autres, et soumises à des forces, attractives d'une part, répulsives de l'autre, qui maintiennent ces atomes dans leurs positions respectives...

Le système dynamique admet, au contraire, qu'il n'y a pas de vide dans les corps. En exceptant les solutions de continuité apparentes comme dans l'éponge, d'après ce système, les corps occupent tout l'espace qu'ils semblent occuper. A cela on ajoute une propriété que l'on regarde comme essentielle; c'est que la matière est douée de compressibilité et d'élasticité, c'est-à-dire qu'elle peut être réduite par des forces suffisantes à occuper un espace plus petit, et se dilater lorsque l'action de ces forces diminue" (9).

Les physiciens laissent en suspens le problème métaphysique de la divisibilité ou non divisibilité de la matière à l'infini, même si l'atomisme mécaniste est plus compatible avec la vision d'une matière non divisible à l'infini, tandis que le courant dynamiste s'accommode mieux d'une matière divisible à l'infini.

Pour Biot: "les métaphysiciens et les physiciens même, ont beaucoup discuté entre eux, si cette divisibilité de la matière était ou n'était pas possible à l'infini. C'est une pure question de mots. Si l'on veut parler d'une divisibilité abstraite et géométrique, il n'y a aucun doute qu'elle ne s'étende indéfiniment; car, quelque infiniment petite que l'on suppose une particule, par cela seul

qu'elle sera étendue, on pourra toujours concevoir son étendue divisée en deux moitiés, chacune de celles-ci en deux autres, et ainsi de suite à l'infini : mais si l'on veut parler d'une divisibilité réelle et physique, nous ne pouvons rien prononcer d'absolu. Il parait néanmoins, par les résultats, que sur notre globe les molécules matérielles ne se brisent point, ni ne s'altérent, ni ne se transmutent les unes dans les autres " (10).

1°) Le courant atomistique :

En France, sous le Premier Empire, la plupart des physiciens et des chimistes adoptent une vision newtonienne du monde, laquelle est confortée par la mécanique céleste de Laplace et la théorie chimique de Lavoisier. Cette vision du monde est alors professée à la Société d'Arcueil par Laplace et Berthollet (11).

Selon Laplace, la matière est formée de corpuscules pondérables qui exercent entre eux des forces d'attraction instantanées inversement proportionnelles au carré de la distance qui les sépare. Ces forces sont dans la droite ligne qui joint les corpuscules. Cette représentation implique que les lois de l'attraction universelle, qui règlent le cours des planètes, sont valables pour les constituants de la matière, les molécules pondérables.

Si les corpuscules pondérables sont sources de forces d'attraction, il faut admettre l'existence d'un fluide calorifique impondérable formé de corpuscules qui se repoussent mutuellement et qui sont attirés par la matière pondérable. Ce fluide empêche la matière de s'effronder sur elle-même.

Biot s'en explique dans son traité de physique : "Mais, comment un pareil système de particules peut-il exister agrégé en forme de masses solides et résistantes, comme nous voyons que le sont un grand nombre de corps, et tous même, quand ils sont convenablement éprouvés? On verra, dans cet ouvrage, que cet état est produit et maintenu par des forces naturelles dont toutes les particules des corps sont animées et qui les font tendre mutuellement les unes vers les autres, comme par attraction. Mais si ces forces existaient seules, les particules s'approcheraient jusqu'au contact, c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'elles fussent arrêtées par l'impénétrabilité de leurs parties; ce qui est contraire à cette possibilité d'éloignement et de rapprochement qu'elles conservent dans les corps. Aussi trouverons-nous qu'il existe une cause générale de répulsion intérieure, par laquelle toutes les forces attractives sont continuellement balancées. Cette cause, qui réside dans tous les corps de la nature, paraît être produite par le principe de la chaleur. Les particules de chaque corps, sollicitées à lafois par ces deux genres de forces contraires, se mettent naturellement dans l'état d'équilibre qui résulte de leurs énergies compensées, et se rapprochent ou s'écartent, selon que les forces extérieures auxquelles on les expose, favorisent l'attraction ou la répulsion... De ces divers états d'équilibre des corps, résultent, comme nous le verrons par la suite, toutes les propriétés secondaires et variables, telles que l'état aériforme, la liquidité, la solidité, la cristallisation, la dureté, l'élasticité, etc... ". (12).

La physique de Laplace admet aussi d'autres corpuscules : des grains de lumière pour rendre compte des phénomènes optiques; des molécules électriques, positives et négatives, pour rendre compte des phénomènes électriques; et des masses magnétiques, boréales et australes, pour rendre compte des phénomènes magnétiques.

"L'attraction est encore une de ces propriétés contingentes qui supplée aux témoignages immédiats des sens. J'ai dit plus haut que les particules de tous les corps connus agissaient les unes sur les autres par des forces attractives et répulsives; réciproquement, quand on peut démontrer l'existence ou l'action de ces forces dans un principe inconnu, on en conclut que ce principe est matériel. Ainsi, la lumière n'est pas tangible; on ne peut y reconnaître l'étendue; elle n'est point pondérable, du moins à nos balances; elle est si subtile qu'elle échappe à tous les moyens par lesquels nos sens pourraient la saisir. Mais en lui faisant traverser des corps transparents, nous trouvons qu'elle se plie et se courbe dans son trajet à travers ces corps, précisément comme si elle était repoussée par une force émanée de leur surface, et attirée, au contraire, dans leur intérieur par les molécules qui les composent. Nous savons aussi qu'elle emploie un certain temps, très petit, mais mesurable, à se transmettre des corps lumineux jusqu'à nous. Enfin, en soumettant ses rayons à certaines épreuves, nous trouvons que les corps transparents les attirent et les repoussent autrement par certains côtés que par d'autres. Cet ensemble de propriétés nous fait conclure que la lumière est une substance matérielle, composée de particules extrêmement petites, dont la forme est symétrique par certaines faces qui sont susceptibles d'attraction et de répulsions particulières, et enfin qui se meuvent dans le vide ou dans les corps transparents avec une vitesse donnée et déterminable. Il est encore d'autres principes qui agissent sur les corps matériels, sans être ni visibles, ni tangibles, ni pondérables à aucune balance, qui même, jusqu'à présent n'offrent pas, à beaucoup près, autant de caractères matériels que la lumière, et que l'on a cependant lieu de croire aussi des corps. Tels sont les principes inconnus des deux électricités que l'on appelle résineuse et vitrée... Ces principes se comportent d'une manière si exactement conforme aux lois ordinaires de la mécanique des fluides, qu'on peut en les leur appliquant, calculer d'avance, avec la dernière précision, les moindres détails des phénomènes. De là, il devient très vraisemblable qu'ils consistent réellement dans de pareils fluides, et qu'ils sont par conséquent matériels. Les mêmes probabilités s'appliquent aussi aux deux principes magnétiques, que l'on peut développer dans divers métaux (13).

La physique laplacienne suppose ainsi que la matière est formée de corpuscules qui sont autant de sources de forces; elle conçoit des corpuscules et des forces qui sont spécifiques à chaque catégorie de phénomènes physiques : une force assure la cohésion, une autre la dureté de ces atomes; s'y ajoutent des forces d'attraction magnétique, électrique, d'affinité chimique. Cette physique conduit à une vision du monde harmonieuse et cohérente ou les lois physiques établies à notre échelle de perception sont transférables à l'échelle microscopique.

Cette impression de cohérence est renforcée par la similitude mathématique des lois d'interaction des corpuscules, pondérables, électriques et magnétiques. Mais, il n'est pas question de rechercher derrière la similitude de ces lois physiques une essence qui leur serait commune.

Notons en passant que la séparation des phénomènes en catégories distinctes met une borne infranchissable à la possibilité d'unifier les lois de la nature.

Dans un tel contexte, la matière au repos est supposée constituée de corpuscules pondérables disjoints et immobiles, et ce dans les trois états : solide, liquide et gazeux. Newton prétendait que les mouvements des particules ne se produisent qu'en réponse à un changement de condition; d'ailleurs, de tels mouvements n'arrivent pas au hasard et les positions qu'occupent les particules les unes par rapport aux autres ne changent pas, c'est seulement "la distance entre les particules qui augmente ou diminue" (14).

La théorie statique de la matière se développe à partir de la théorie du calorique de Lavoisier. Celui-ci constatant que la plupart des substances peuvent exister dans les trois états, en déduit que "tous les changements d'état sont dus à la plus ou moins grande combinaison des corps avec la matière du feu ou calorique.. Les molécules des corps ne se touchent point, il existe entre elles une distance que la chaleur augmente et que le froid diminue" (15). Par suite, "tous les corps de la nature obéissent à deux forces : le fluide igné, la matière du feu qui tend continuellement à en écarter les molécules, et l'attraction qui contrebalance cette force. Tant que la dernière de ses forces, l'attraction, est victorieuse le corps demeure dans l'état solide : ces deux forces sont-elles dans un état d'équilibre, le corps devient liquide; enfin, lorsque la force expansive de la chaleur l'emporte, le corps prend l'état aériforme. Mais s'il n'existait que ces deux forces, au moment ou les corps cessent d'être dans l'état solide, le moindre accroissement de chaleur qu'ils recevraient suffirait pour les vaporiser et non seulement ils passeraient brusquement à l'état aériforme, mais encore leurs molécules s'écarteraient de plus en plus indéfiniment. Mais il est une troisième force, qui empêche que cet effet n'ait lieu, c'est la pesanteur de l'atmosphère " (16).

Pendant les deux premières décennies du XIXe siècle, les physiciens, fidèles à Lavoisier, optent pour la matérialité du principe de la chaleur, en ayant conscience toutefois que les données manquent pour avoir quelque certitude :

"On a moins de données encore sur la matérialité du principe de la chaleur. Non seulement, il manque, comme les précédens, des propriétés sensibles qui caractérisent la matière, mais encore les lois de son mouvement, de son équilibre n'étant point complétement connues, on ne peut pas même lui appliquer de semblables probabilités. En le suivant par les expériences, on le voit se répandre dans les corps, passer de l'un à l'autre, s'y fixer, s'en dégager, modifier la disposition, les distances, les propriétés attractives de leurs particules. Mais rien de tout cela ne démontre invinciblement que ce principe soit lui-même un corps. Le plus fort indice que nous ayons peut-être, consiste dans quelques analogies récemment découvertes entre les propriétés rayonnantes de la chaleur et de la lumière, qui tendent à faire croire que l'un de ces principes peut graduellement se changer dans l'autre, c'est-à-dire, acquérir ou perdre successivement les

modifications avec lesquelles ils produisent en nous la sensation de la vision ou de la chaleur. Le développement de ces analogies est un objet de recherche des plus importans" (17).

Laplace considère que: "... tous les phénomènes terrestres dépendent de ce genre de forces, comme les phénomènes célestes dépendent de la gravitation universelle. Leur considération me paraît devoir être maintenant le principal objet de la philosophie mathématique...quelques essais m'ont fait voir que, en se rapprochant ainsi de la nature, on pouvait donner à ces démonstrations autant de simplicité et beaucoup plus de clarté que par les méthodes usitées jusqu'à ce jour" (18).

Après 1810, surtout grâce aux succès des nouvelles théories de Laplace sur l'action de la capillarité (19), la réfraction atmosphérique et la double réfraction, un certain nombre de phénomènes sont susceptibles de devenir objets de mathématisation, en prenant pour point de départ un nouveau modèle basé sur des forces inter-moléculaires à très courte distance. Ampère fera d'ailleurs de ce modèle le point de départ de sa démonstration de la loi de Mariotte (20).

Selon Berthollet, "les phénomènes que présentent l'élévation et l'abaissement des liquides dans les tubes capillaires ont singulièrement exercé la sagacité des physiciens... M. Laplace est enfin parvenu à soumettre tous ces phénomènes à un calcul mathématique, qui fait connaître leur véritable rapport... Tous les corps sont composés de molécules matérielles qui s'attirent entre elles. Il ne s'agit point ici de cette attraction réciproque au carré des distances qui règle les mouvements des corps célestes, mais de ces attractions qui ne s'exercent qu'à très petite distance, et qui constituent des affinités chimiques... les faits prouvent que leur intensité décroit toujours avec une rapidité extrême, à mesure que la distance augmente. Ce principe simple et non contesté est la base de toute la théorie de M.Laplace." (21).

Ces forces sont l'objet d'études dans les phénomènes capillaires et de réfraction, elles ont une action en masse contrairement à l'action particule à particule de l'affinité. "La force attractive qui produit les phénomènes capillaires est la véritable source des affinités chimiques; mais dans les premières, elle ne paraît que par ses différences en raison des variations que produisent sur elles la différente courbure des surfaces par lesquelles les corps sont déterminés; au lieu que dans les affinités chimiques c'est l'attraction propre et en quelque sorte individuelle des molécules qui agit directement avec toute son énergie et sans modification" (22).

Mais les forces interparticulaires ne sont pas connues, tant celles qui provoquent l'affinité des substances chimiques entre elles et, dont s'occupent plus particulièrement les chimistes, que celles dûes aux divers fluides impondérables : le calorique, la lumière, l'électricité, le magnétisme, dont le statut matériel est hypothétique et qui suscitent l'intérêt des physiciens.

Lavoisier avait exprimé la nécessité de mathématiser la chimie : "Connaître l'énergie de toutes ces forces, parvenir à leur donner une valeur numéraire, les calculer est le but que doit se proposer la chimie..." . Il reconnaissait, après avoir essayé d'élaborer une formule représentant la réaction à l'aide de plusieurs paramètres : "qu'on aurait une formule trop compliquée et ce serait introduire en chimie une géométrie trop recherchée, dont elle n'est point encore susceptible" (23).

De son côté, Haüy considérait comme tout aussi prématuré la recherche des causes de la formation des cristaux : "l'affinité des molécules les unes pour les autres, le degré de densité du fluide, son degré de température et les autres circonstances semblables, seraient autant d'éléments que l'on ferait rentrer dans le calcul et la solution du problème déterminerait la loi de décroissement... mais ces solutions pour lesquelles les données nous manquent encore, sont réservées à d'autres temps et à d'autres moyens." (24).

Pour Laplace: "... un jour ces lois seront parfaitement connues et ensuite, par application de l'analyse, la philosophie des corps terrestres [pourra] être portée au même degré de perfection, que la découverte de la gravitation universelle a procuré à l'astronomie." (25).

Parmi les chimistes, c'est Cl.L.Berthollet qui représente le mieux ce courant atomistique ou mécanico-moléculaire laplacien. En effet, tout le propos de l'Essai de statique chimique qui parait en 1803, s'applique à réaliser ce programme:" C'est donc l'observation seule qui doit servir à constater les propriétés chimiques des corps, ou les affinités par lesquelles ils exercent une action réciproque dans une circonstance déterminée; cependant, puisqu'il est très vraisemblable que l'affinité ne diffère pas dans son origine de l'attraction générale, elle doit également être soumise aux lois que la mécanique a déterminées pour les phénomènes dûs à l'action de la masse, et il est naturel de penser que plus les principes auxquels parviendra la théorie chimique auront de généralité, plus ils auront d'analogie avec ceux de la mécanique; mais ce n'est que par la voie de l'observation qu'ils doivent atteindre à ce degré, que déjà l'on peut indiquer" (26).

En France, le point de vue mécanico-moléculaire laplacien occupe une position dominante durant les deux premières décennies du XIXe siècle.

2°) Le courant dynamiste :

Le point de vue dynamiste est plus propice à la conception d'une matière divisible à l'infini. Alors que l'atomisme laplacien fait de la masse le concept premier et considère la force comme une émanation de la matière, les points de vue dynamistes font de la force soit un concept plus fondamental que la matière (c'est la conception dynamiste au sens strict), soit aussi fondamental que lui, la nature s'interprétant alors comme une dualité de matière et de force (variante du dynamisme).

Dans la seconde moitié du XVIIIe siècle, Kant et Boschovich indépendemment conçoivent une théorie dynamique de la constitution de la matière. Malgré de larges analogies ces deux théories présentent des différences significatives.

Boschovich, dans sa *Théoria philosophiae Naturalis*", déduit ses principes métaphysiques de Leibniz mais intègre ceux de la physique de Newton, il considère que la matière s'efface devant

le jeu de forces dont elle est le support. Il envisage des atomes ponctuels, centres de forces de faibles portées, alternativement attractives et répulsives selon la distance. Ces forces s'annulent pour certaines valeurs bien déterminées de la distance ce qui revient à entourer chaque point d'une série de surfaces sphériques concentriques, correspondant à des interactions nulles, c'est-à-dire à des positions d'équilibre pour d'autres atomes ponctuels. Il y a un premier équilibre stable constituant des particules primaires tenaces; un équilibre similaire parmi les particules primaires peut produire des particules moins stables, d'un ordre de complexité supérieur, qui peuvent, à leur tour, former des agrégats moins stables. Ainsi les corps chimiques sont construits par un entrecroisement de forces. La combinaison chimique est donc possible quand les champs de forces de telles particules complexes s'harmonisent et peuvent s'entrecroiser (27).

En 1786, dans "Les premiers principes métaphysiques de la science de la nature", Kant considère alors, que la matière d'un corps qui remplit un espace, s'oppose à l'invasion de la matière environnante en en contrariant le mouvement. Le mouvement qu'elle provoque pour cela a une cause : la force motrice de répulsion. La matière est divisible à l'infini, comme l'espace qu'elle remplit par une force d'expansion résultant des forces répulsives de chacune de ses parties. Ainsi, le vide ne peut exister dans aucune région de l'espace, puisqu'il serait envahi par la matière environnante : une matière subtile, l'éther, remplit donc l'espace tout entier. S'il n'existait que des forces primordiales répulsives dans la nature, la matière se diluerait à l'infini : des forces primordiales attractives sont donc nécessaires, mais si elles existaient seules, les parties de la matière se rassembleraient en un point et l'espace serait vide. Ainsi, la matière et l'éther sont pensés uniquement comme mobiles et causes de mouvement, ces dernières sont des forces motrices primordiales.

D'autre part, en s'inspirant de la monadologie de Leibniz, des physiciens allemands considèrent que la matière et l'éther sont composés de points physiques qui sont autant de centres de forces, le point et sa sphère d'action constituent une monade qui remplit l'espace par sa seule force répulsive. La sphère d'activité de la substance est divisible à l'infini, mais pas son centre qui est le sujet agissant.

Dans l'une et l'autre de ces conceptions, la variation de la force est continue et, loin d'un corps, sa force répulsive tend graduellement vers zéro. Lors d'un choc, il n'y a donc pas de variation brusque du mouvement et la loi mécanique de continuité est respectée. Ces deux points de vue s'opposent à l'atomisme : admettre des atomes absolument rigides et impénétrables conduit à une absurdité : une variation brusque du mouvement lors d'un choc, ce qui contredit précisément la loi mécanique de continuité, qui est liée au principe de causalité.

Nous rappelons ici ce qui sépare les monadologies de Leibniz et de Kant.

Selon Leibniz, la matière se résoud en unités substantielles, les monades. D'un point de vue extérieur, les monades sont des forces, forces qui se conservent et qui ne sont ni tout à fait la puissance ou faculté d'agir, ni tout à fait l'acte ou "energeia" que la philosophie scolastique emprunte à Aristote; d'un point de vue intérieur, les monades sont des âmes, l'âme étant ce qui a

des appétits et des perceptions, ces perceptions sont obscures et inconscientes dans ces monades constitutives de la matière. (Notons simplement qu'à côté de telles monades, l'âme humaine, Dieu, unités de substances immatérielles, sont d'autres monades que leur degré de conscience place au sommet de la hiérarchie des monades).

Comme l'étant scolastique, la monade leibnizienne est une, indivise et divise de tout le reste. Unité "sans fenêtre", chaque monade, parfaitement discernable de toute autre, lourde de son passé, grosse de son devenir, change continûment sans aucune relation aux autres, les changements des unes et des autres étant réglés par une harmonie préétablie qui peut faire croire à leurs influences mutuelles ou à l'assistance permanente de Dieu (28).

Kant abandonne la spiritualité qui imprègne la monadologie de Leibniz. Aux deux points de vue de Leibniz sur la monade, il correspond aussi chez Kant, deux points de vue : l'un, mathématique, l'autre, physique. Kant considère que la monade remplit l'espace mais ne l'occupe pas; ainsi, alors que l'espace est mathématiquement divisible, il ne s'en suit pas que l'on puisse diviser la monade, et, de ce fait, celle-ci est physiquement indivisible. S'il n'y a pas, selon Kant, antinomie entre le point de vue mathématique qui suppose la divisibilité à l'infini de l'espace et le point de vue physique qui suppose que la monade ne peut être séparée par parties, c'est que l'espace n'étant qu'apparence (Kant suit encore Leibniz), sa divisibilité est idéale tandis que la monade étant substance, sa séparation par parties ne pourrait être que réelle.

Ainsi, parce qu'il considère l'apparence spatiale, le point de vue mathématique est-il un point de vue extérieur aux choses, tandis que, parce qu'il vise la réalité des choses, le point de vue physique ou métaphysique est un point de vue intérieur. Ainsi, les deux points de vue leibniziens se retrouvent-ils dans la monadologie physique de Kant. (29).

Le courant dynamiste trouve un support au début du XIXe siécle dans la "Naturphilosophie", philosophie allemande idéaliste qui conçoit l'univers tout entier en équilibre dynamique entre les pouvoirs opposés de l'universelle dualité (30). En 1812, Oersted qui se réclame de ce courant philosophique représenté par Schelling, écrit : "la différence fondamentale entre l'atomiste et le dynamiste est toujours que le premier veut construire le tout à partir de parties qui sont déjà complètes, tandis que le dernier considère que le tout, avec ses parties, se développe comme différentes formes d'une force originelle. Toutefois, c'est seulement à la frontière de la science que cette différence devient claire" (31).

Derrière la dualité, il y a une Unité Fondamentale :

"Tandis que chaque chose dans le grand tout, dépend des plus petites parties, varie entre l'amour et la haine, tandis que le chercheur lui-même doit partager lui-même ses vicissitudes, tandis que même ses propres passions humaines peuvent être mises en marche par les impressions extérieures de la Nature, il peut encore préserver sa sécurité et se reposer parmi ce tourbillon; vraiment, je peux me risquer à parler de bonheur, si seulement il fixe fermement ses yeux sur la solide unité, qui ne peut être détruite par aucun pouvoir sur la terre". (32).

La plus grande difficulté du dynamisme pour les chimistes est que, d'une part, cette théorie est plus difficile à visualiser que celle des "boules de billard" et, d'autre part comment imaginer qu'une matière constituée de points puisse avoir une masse ? (33).

Si Berthollet dans son étude de l'affinité chimique a délibéremment adopté la vision mécaniste laplacienne, le chimiste H.Davy a abordé cette question en se situant dans la vision dynamiste issue de Boschovich.

Pour Davy, ce modèle est particuliérement intéressant car il ne demande qu'une seule sorte d'atome; il n'est pas obligé de penser, comme J.Dalton, que chaque corps simple doit ses propriétés chimiques propres aux "atomes chimiques" particuliers et spécifiques qui le constituent.

Pour H.Davy, la même matière pondérable dans différents états électriques ou différents arrangements, peut constituer des corps avec des propriétés chimiques différentes. Aussi en 1814, il prouve que le diamant et le charbon, qui ont des propriétés physiques et chimiques on ne peut plus différentes, ne diffèrent en fait que par leur forme cristalline et leur conductivité. Par conséquent, les propriétés physiques et chimiques devraient en définitive se réduire ultérieurement à une seule et même cause. Les formes différentes de matière sont convertibles et l'affinité chimique est impliquée dans une théorie dynamique de la matière, conforme à une loi mathématique simple, comparable à celle de la mécanique céleste (34).

Mais pour Davy, l'atomisme est un aspect possible du dynamisme. Il connait et utilise au besoin différentes théories. Ainsi, de l'atomisme dynamique jusqu'à la pure théorie des forces, son attitude vis-à-vis des théories est heuristique. Ce qui ne l'empêche pas au fond d'avoir une vue métaphysique de l'unité profonde du monde :

"Nature infinitely complicated in the minute details of her operations when well investigated is always found wonderfully simple in the grand mechanism of her works.

The uniformity of the succession of events in our globe, the constant decay, and constant renovation of the forms of things, the infinite mutations of the parts of matter, the conservation of the order of the whole demonstrate at once unity of design and unity of power.

The different arrangements may be compared to the characters said to be inscribed upon the leaves scattered abroad by the Sybils which separately had no signification but which when connected in their proper order became not merely [an] intelligible but likewise a divine language, or like the parts of a melody in music their efforts depend upon their relations and connection and when examined as a system, they appear as sounds of one voice, impulses of one eternal intelligence".(35)

H.Davy et A.M.Ampère, qui correspondent de façon suivie, sont fascinés tous deux par deux questions capitales à leurs yeux : la quantification de la chimie et la nature de la matière. Dans la lettre à Berthollet que nous analyserons plus loin, l'influence de ces échanges de vue ne fait aucun doute; l'arrangement moléculaire, pour Ampère comme pour Davy, est un facteur prépondérant dans l'explication de la réaction chimique.

Lorsqu'ils appliquent l'analyse mathématique aux phénomènes, et qu'ils vérifient les résultats de leurs calculs théoriques en les confrontant aux données expérimentales, les physiciens sont persuadés, pour la plupart, d'obtenir "des lois naturelles" même si

la nature des "agents" dans les corps, ou la nature même des forces leur échappent complètement.

"D'autres fois, on ne connaît pas la nature même de l'agent physique qui produit les phénomènes que l'on observe... C'est ce qui est arrivé, par exemple, pour l'électricité; les expériences ne déterminent rien de certain sur sa nature physique, mais elles montrent qu'il faut distinguer deux principes électriques ou deux modifications du même principe, douées de propriétés différentes : ensuite les phénomènes de transmission et de distribution à la surface des corps semblent donner à ces principes quelques caractères analogues à ceux des fluides. L'analyse s'empare de ce résultat; elles conçoit deux fluides impondérables, ou au moins d'une pesanteur insensible; elle les doue de propriétés qui représentent les caractères observés; ensuite, combinant ces propriétés avec les lois générales de l'équilibre des fluides, elle se demande comment de pareils fluides doivent s'arranger dans un corps isolé, ou soumis à l'influence d'autres corps, dont la forme et la position sont données. Elle tire ainsi de l'énoncé primitif toutes les conséquences possibles qui en dérivent, et elle demande au physicien si ces conséquences sont numériquement confirmées par l'expérience. Si elles le sont, et si cette épreuve, variée de toutes les manières imaginables, a toujours un succès conforme aux indications du calcul, la probabilité des définitions premières devient immense; tel est le cas où nous nous trouvons aujourd'hui relativement à l'électricité". (36).

Ils ont conscience aussi, plus ou moins confusément, que ce sont les questions soulevées par les chimistes dans leurs laboratoires qui leur permettront d'aller plus loin.

"L'objet principal de la physique est de constater, par des expériences exactes, et de représenter par des lois générales, les modifications accidentelles et passagères qui peuvent être produites dans les corps matériels par les divers principes que nous venons de désigner; car ces modifications, sans dénaturer les corps qu'elles affectent, changeant néanmoins presque toujours les actions qu'ils peuvent exercer entre eux et sur les autres substances, il faut nécessairement les déterminer et les mesurer avant de porter ses regards sur les phénomènes de composition et de décomposition auxquels l'action réciproque des corps peut donner lieu. C'est ainsi que l'étude de la physique est utile à la chimie, à la médecine, à la physiologie, soit végétale, soit animale et doit nécessairement les précéder". (37).

Les chimistes ont besoin des physiciens et il est profitable qu'ils s'inspirent des méthodes utilisées par ces derniers, ce qui veut dire qu'ils introduisent, dans leurs travaux, les mathématiques. Biot le dit à Berthollet, le plus physicien des chimistes de l'époque : "La manière aussi neuve que profonde dont vous avez envisagé la chimie fait assez voir le prix que vous attachez aux idées mathématiques, et combien vous appréciez justement la précision qu'elles peuvent donner aux sciences d'expérience..." (38).

Désormais, les préoccupations des physiciens et des chimistes se rejoignent; l'ouvrage de Thomson : Système de chimie en témoigne; selon Berthollet: "ce qui le caractérise particulièrement c'est que Mr. Thomson ne se borne pas aux objets qui concernent la composition et la décomposition des corps; mais qu'il embrasse toute cette partie de la physique qui envisage les propriétés des corps, indépendamment de la combinaison, qui a des rapports avec la chimie, plus intime de jour en jour, et qu'il n'est plus convenable de considérer comme une science qui en est isolée". (39).

Ce à quoi J.B.Dumas, le plus chimiste des chimistes, plus tard, trouvera à redire en critiquant la théorie électrochimique de la combinaison chimique d'A.M.Ampère."Tel est le sort, et cette circonstance est à remarquer, tel est le sort des systèmes d'affinité et des systèmes de groupements moléculaires présentés par les physiciens. Lors même qu'ils possédent, comme M.Ampère, des notions exactes sur les phénomènes et les lois de la Chimie, le défaut d'habitude de la pratique de cette science se fait toujours sentir chez eux. Pourquoi la théorie électrochimique de Davy satisfait-elle à tous les faits de la Chimie connus lors de sa création, et même à tous les faits découverts depuis lors, sans qu'on en ait un seul à lui opposer? C'est qu'elle est sortie des mains d'un chimiste consommé. J'en dirai autant de la théorie de M.Berzélius. Que celle de Davy soit incompatible avec les données de la Physique, je ne le nie point. Mais que les physiciens viennent à nous, qu'ils marchent de concert avec les chimistes, et qu'ils soient bien convaincus que les moindres détails de notre science sont à considérer, si l'on veut donner une théorie de l'action chimique". (40).

II PRATIQUE EXPERIMENTALE ET INTERPRETATION DALTONIENNE EN CHIMIE :

Malgré le grand désir des chimistes de découvrir des lois de la nature, de quantifier leur science et de lui donner un statut aussi prestigieux que celui de la physique, force est de constater, à la fin du XVIIIe et au début du XIXe siècle, que la chimie prospère quand elle est naïve et visuelle et dépérit quand elle essaye d'être trop abstraite et subtile (41). C'est pourtant elle qui détient les secrets de la constitution intime de la matière, mais comment faut-il s'y prendre pour les lui arracher?

La pratique des chimistes à cette période conduit à une accumulation de données de plus en plus fiables : obtention et purification de nouveaux corps simples, mesures de volume de corps gazeux, de densité de vapeur, de chaleur spécifique, d'examens de cristaux, etc... Les chimistes se servent de calculs élémentaires simples mais précis et réussissent à donner une réalité à la composition intime des corps à tel point qu'ils vont peu à peu faire exister "les atomes" et visualiser leur "agencement" au sein de la matière.

Par contre, ils ne réussissent pas, dans la période que nous évoquons, à avancer vraiment dans la connaissance des lois de "l'affinité chimique". Thomson en 1830 est toujours aussi indécis et dans sa 7^{éme} édition du système de chimie, il décrit "l'affinité chimique comme une force inconnue" et Würtz en 1869 déclare "qu'après un siècle de recherche, l'affinité chimique est une sorte de force dont l'esprit humain a jusque là formé le moins d'idées définies". (42).

1°) John Dalton et l'atomisme chimique :

John Dalton en étudiant l'état gazeux pour résoudre des problèmes de météorologie va être amené à révolutionner le modèle newtonien de la constitution intime de la matière.

Newton avait fait des hypothèses spéculatives sur la constitution de la matière sans les confondre avec des démonstrations mathématiques (43). les "particules ultimes" étaient en petit nombre, et les mêmes pour tous les corps. La diversité observée des corps à notre échelle provenait de la diversité dans l'arrangement de ces quelques "principes élémentaires". Ainsi l'or, construit à partir de "particules ultimes" de même matière homogène mais différentes en tailles et formes, possédait un caractère particulier, différent de l'argent par exemple, non pas en vertu d'atomes d'or élémentaires tous identiques entre eux et radicalement différents des atomes d'argent, mais parce que ses éléments, les mêmes que l'argent, étaient arrangés de façon différentes dans les deux métaux.

Il y avait un premier arrangement de particules primaires donnant des particules de première composition, ces dernières étaient arrangées pour donner des particules de deuxième composition et ainsi de suite jusqu'à la n^{ième} composition (Fig.1).

chimique considérée. Particules de Particules de seconde composition seconde composition d'argent Particules de Particules de première composition première composition d'argent d'or **Particules** ultimes

Ces architectures emboitées et hiérarchisées donnaient ses particularités à l'espèce

Figure 1 : La possibilité de transmutation.

Les opérations chimiques que réalisaient les chimistes ne détruisaient les édifices qu'au niveau le plus superficiel, celui de la dernière composition.

A ce compte là, les opérations de transmutation, par exemple de l'argent en or, étaient envisageables, si les réarrangements se produisaient au niveau des "particules" élémentaires, c'est-à-dire au niveau des particules ultimes de matière, qui n'était pas celui des réactions chimiques ordinaires (44).

La nouveauté de Dalton est d'introduire une alternative aux idées de Newton. Désormais chaque corps simple possède une spécificité chimique parce qu'il est constitué "d'atomes "chimiques" tous identiques et spécifiques de par leur poids et leurs qualités propres (secondaires aussi).

Ce sont les particularités, la spécificité des atomes eux-mêmes qui communiquent aux corps, à notre échelle, leur spécificité chimique, et non pas l'agencement différent "d'unités de base identiques" comme le pensait Newton.

"Whether the ultimate particles of a body, such as water, are all alike, that is, of the same figure, weight, etc.. is a question of some importance. From what is known, we have no reason to apprehend a diversity in these particulars: if it does exist in water, it must equally exist in the elements constituting water, namely, hydrogen and oxygen. Now it is scarcely possible to conceive how the aggregates of dissimilar particles should be so uniformly the same. If some of the particles of water were heavier than others, if a parcel of the liquid on any occasion were constituted principally of these heavier particles, it must be supposed to affect the specific gravity of the mass, a circumstance not known. Similar observations may be made on other substances. Therefore we may conclude that the ultimate particles of all homogeneous bodies are perfectly alike in weight, figure, etc... In other words, every particle of water is like every other particle of water; every particle of hydrogen is like every other particle of hydrogen, etc..." (45).

Ainsi la réaction chimique change aussi de statut, la réaction 1 atome (d'une sorte) + 1 atome (d'une autre sorte) peut très bien donner un composé binaire totalement différent chimiquement, "l'atome composé" de Dalton qui plus tard deviendra la molécule. Et toutes ces "particules ultimes", soit simples, soit composées, sont rigoureusement semblables au sein d'un composé chimique homogène bien défini:

"When we attempt to conceive the number of particles in an atmosphere, it is somewhat like attempting to conceive the number of stars in the universe; we are confounded with the thought. But if we limit the subject, by taking a given volume of any gas, we seem persuaded that, let the divisions be ever so minute, the number of particles must be finite; just as in a given space of the universe, the number of stars and planets cannot be infinite.

Chemical analysis and synthesis go no farther than to the separation of particles one from another, and to their reunion. No new creation or destruction of matter is within the reach of chemical agency. We might as well attempt to introduce a new planet into the solar system, or to annihilate one already in existence, as to create or destroy a particle of hydrogen. All the changes we can produce, consist in separating particles that are in a state of cohesion or combination, and joining those that were previously at a distance." (46).

L'approche de Dalton n'est plus physicienne comme celle de Berthollet ou celle de H.Davy car la quantification ne concerne plus les forces de la matière, elle se limite aux "unités" de la chimie : Déterminer les poids relatifs des "ultimes particules", ce sera le programme de recherche de toute une génération de chimistes.

"In all chemical investigations, is has justly been considered an important object to ascertain the relative weights of the simples which constitute a compound. But unfortunately the enquiry has terminated here; where as from the relative weights in the mass, the relative weights of the ultimate particles of atoms of the bodies might have been infered, from which their number and weight in various other compounds would appear, in order to assist and to guide future investigations, and to correct their results. Now it is one great object of this work, to shew the importance and advantage of ascertaining the relative weights of the ultimate particles, both of simple and compound bodies, the number of simple elementary particles which constitute one compound particle, and the number of less compound particles which enter into the formation of one more compound particle. Il there are two bodies, A and B, which are disposed to combine, the following is the order in which the combinations may take place, beginning with the most simple namely:

```
1 atom of A + 1 atom of B = 1 atom of C, binary.

1 atom of A + 2 atoms of B = 1 atom of D, ternary.

2 atoms of A + 1 atom of B = 1 atom of E, ternary.

1 atom of E + 1
```

Cette nouvelle vision (toute heuristique), qui n'est pas à proprement parler comme le croit H.Davy, une nouvelle théorie de la matière, semble néanmoins détourner de façon nette les chimistes du rêve tant de fois convoité de la possible transmutation de la matière : Dans un cours de 1810, Dalton clairement s'oppose à H.Davy :

"It has been imagined by some philosophers that all matter, however unlike, is probably the same thing; and that the great variety of its appearances arises from certain powers communicated to it, and from the variety of combinations and arrangements of which it is susceptible. From the notes I borrowed from Newton in the last lecture, this does not seem to have been his idea. Neither is it mine. I should apprehend there are a considerable number of what may be properly called elementary principles, which never can be metamorphosed, one into another, by any power we can control. We ought, however, to avail ourselves of every means to reduce the number of bodies or principles of this appearance as much as possible; and after all we may not know what elements are absolutely indecomposable, and what are refractory, because we do not apply the proper means for their reduction. We have already observed that all atoms of the same kind, whether simple or compound, must necessarily be conceived to be alike in shape, weight, and every other particular." (48).

L'hypothèse atomique de Dalton est considérée, au début, avec beaucoup de prudence, mais finalement sa fécondité sera remarquable. En relativement peu de temps, de 1810 à 1840, tout en gardant son statut d'hypothèse, elle va permettre aux chimistes de relier entre eux quantités de phénomènes qui sans elle auraient, sans doute, eu beaucoup de mal à être rationalisés. H.Davy en 1826, malgré ses réticences plutôt métaphysiques, est obligé de le reconnaître : 'Il appartient à Mr.Dalton d'avoir le premier porté l'attention des philosophes de façon non équivoque sur cet important sujet que ... ce faisant la chimie statique ne dépend plus que de simples soustractions et multiplications, rendant capable l'étudiant de porter des résultats expérimentaux précis et bien authentiques." (49).

2°) Rationalisation de faits expérimentaux :

Les chimistes, par des travaux de laboratoires méthodiques et rigoureux et des calculs simples, vont permettre de donner une base expérimentale solide à l'atomisme daltonien.

A) Les saturations salines et les équivalents

Wenzel, chimiste allemand, paraît être un des premiers à se pencher sur le problème qui avait déjà frappé les chimistes à savoir que deux sels neutres conservent leur neutralité après s'être mutuellement décomposés. Dans son ouvrage "Théorie des affinités", publié à Dresde en 1777, il réalise diverses analyses rigoureuses tendant à montrer que les rapports relatifs entre les

quantités d'alcalis et de terre, qui saturent une quantité donnée d'un même acide, sont les mêmes que pour tous les acides (50).

D'après Würtz, cette importante découverte n'aurait pas été faite dans tout son jour par Wenzel, mais quelques années plus tard, par Richter un autre chimiste allemand préoccupé d'appliquer les mathématiques à la chimie et doué "d'une singulière pénétration et d'une rare persévérance" (51).

J.B.Richter reprend donc les travaux inachevés de Wenzel et cherche à obtenir des relations numériques entre les quantités des corps qui se combinent. Dans son ouvrage la "Stoechiométrie chimique", dont le premier volume paraît en 1792, il arrive à démontrer que si l'on connaît le rapport des masses (des éléments) dans les combinaisons primitives, on connaît aussi ce même rapport dans les nouvelles combinaisons; Richter désigne sous le nom de séries de masses les quantités d'éléments analogues (acides ou base) qui se combinent avec un même poids d'un autre élément. Il s'en suit, par exemple, que les différentes quantités de bases qui forment des sels neutres avec 1000 parties d'acide muriatique (HCl) anhydre, forment aussi des sels neutres avec un même poids (1394 parties) d'acide vitriolique anhydre (H₂SO₄). Il donne, dès 1793, les premières "séries de masse" pour les "bases alcalines et terreuses", c'est-à-dire "les quantités équivalentes" de bases saturant un même poids d'acide sulfurique, chlorhydrique, nitrique... A cette occasion, il affirme: "les masses d'alcalis ou de terres alcalines, quand elles maintiennent la neutralité avec une même masse d'un quelconque des trois acides volatils, conservent toujours les mêmes rapports entre elles" (52).

Richter consacra sa vie à établir exactement les relations quantitatives dont il avait su voir l'importance. Son tableau des "équivalents" va avoir une grande influence sur les conceptions de Berzelius pour lui faire accepter la théorie atomique de Dalton.

B) Les proportions définies et multiples

Les travaux de Wenzel et Richter avaient mis les chimistes sur la voie de résoudre la question suivante: "Doit-on admettre, par exemple, que la réaction chimique qui aboutit à la formation du sulfate de baryum insoluble sépare d'une solution un individu chimique stable, à composition fixe, ou bien au contraire que le sel formé par la réunion d'acide sulfurique et de baryte en proportion déterminée ne doive sa constance de combinaison qu'au fait accidentel de son insolubilité dans l'eau?" (53).

Lavoisier ne se préoccupe pas spécialement de répondre à une telle question. Il admet cependant que dans chaque oxyde, le rapport de l'oxygène au métal est fixe et qu'il importe de le déterminer exactement pour chaque composé oxygéné. Il suppose, en outre, que la différence qui existe entre les acides du soufre et entre les composés oxygénés de l'azote tient à la faculté que possèdent ces corps simples de s'unir à l'oxygène, en plusieurs proportions, de telle sorte que

chaque degré d'oxydation corresponde à un rapport déterminé et constant entre les poids des deux éléments. Lavoisier établit une différence entre la solution et la dissolution, l'une pouvant avoir lieu dans toutes les proportions tandis que l'autre, changeant la nature du corps dissous, n'admet que des proportions fixes et semblables.

Berthollet, contestant l'interprétation de Lavoisier, s'attache à montrer dans "l'Essai de statique chimique" que la prétendue différence entre la solution et la dissolution ne consiste que dans les degrés de force d'une même affinité, le degré de la première étant plus faible que celui de la seconde. Les éléments, propose-t-il, ont leur maximum et leur minimum, au-delà desquels ils ne sauraient se combiner; mais entre ces deux limites, ils le peuvent dans toutes les proportions.

En effet, pour Berthollet, l'influence que peuvent exercer sur l'affinité et sur la marche des décompositions chimiques, les conditions physiques des corps : leur cohésion, leur solubilité, leur volabilité, est prépondérante et c'est ce qu'il s'attache à montrer dans sa théorie de l'affinité chimique. Celle-ci n'est pas compatible avec la théorie des affinités électives de Bergman. Cette dernière apparaît à l'époque comme la seule capable de rendre compte des lois des proportions définies. Ainsi, en refusant la théorie de Bergman, Berthollet se doit de rejeter la théorie des proportions constantes (54).

Si certaines combinaisons semblent se former avec des proportions constantes, ce que Berthollet ne conteste pas, il se refuse à en faire une loi générale. Pour lui, ce sont les proportions indéfinies qui constituent la loi générale et sa théorie de l'action chimique en rend compte, alors que les proportions constantes sont des exceptions, des cas particuliers, qu'il cherche à expliquer tout en restant dans le cadre de sa théorie : "ainsi la théorie que j'ai exposée sur laforce de l'affinité qui croît en raison de la quantité avec laquelle une substance peut agir doit être modifiée relativement à la condensation, parce que cet effet ne dépend pas seulement de l'action qu'elle exerce, mais de celle qu'elle éprouve elle-même et c'est dans certaines proportions, très variables selon les dispositions des deux substances qui exercent une action mutuelle, que cet effet est le plus grand" (55).

La plus grande condensation est donc pour lui un cas particulier qui provoque la formation d'une combinaison à proportions constantes : "si la condensation accroît la force de cohésion, ou l'action réciproque des molécules, la combinaison qui se sépare par cette raison, résiste à une action contraire, de toute l'augmentation de force produite par le rapprochement des parties; de sorte qu'il s'introduit une espèce d'interruption dans les progrès de l'action chimique... Cette résistance sera d'autant plus considérable, que la force de cohésion acquise sera plus grande, mais dès qu'elle sera vaincue, les lois de l'action chimique reprendront leur entier effet, c'est-à-dire que l'action de toutes les substances sera proportionnelle à leur masse" (56).

Ainsi, pour Berthollet, si dans le sulfate de baryte le rapport entre l'acide sulfurique et la baryte est constant, c'est parce que l'acide et la base doivent s'unir dans "cette juste et fixe proportion" pour que le sel formé soit absolument insoluble.

Ainsi, dans ce cas comme dans beaucoup d'autres, la constance de la composition est sous

la dépendance d'une propriété physique.

Un métal, tel que le mercure se dissout-il dans l'acide nitrique, il s'unira pour s'oxyder à des quantités d'oxygène variables entre un maximum et un minimum. Il n'est donc pas possible pour Berthollet de soutenir, comme l'avait fait Lavoisier, que lorsqu'il se forme un sel par la réaction d'un acide sur un métal, il existe un rapport constant entre la quantité de métal et la quantité d'oxygène que celui-ci prend à l'acide pour s'oxyder (57).

C'est d'ailleurs parce que la conception de la combinaison chimique de Berthollet est beaucoup plus large que celle que nous admettons aujourd'hui que la théorie des proportions indéfinies semble corroborée par un nombre important de faits indéniables. Ainsi, pour lui, lorsque la réunion de plusieurs substances fournit un tout homogène, celui-ci doit recevoir le nom de combinaison : c'est le cas des solutions aqueuses, des alliages métalliques, des verres...

"Il convient de considérer d'abord si c'est une propriété générale, que les combinaisons ne varient que par un rapport multiple des éléments qui les composent, si on peut la considérer comme une loi à laquelle soient soumises toutes les combinaisons.

J'observerai premièrement qu'on ne peut point supposer, pour soutenir cette hypothèse, une différence réelle entre la dissolution et la combinaison; l'une et l'autre sont un effet de la même action chimique, un résultat de l'affinité dans lequel on ne peut admettre d'autre différence que celle du degré de l'énergie. Or, la vitrification présente des variations infinies de composés où l'on ne peut admettre cette loi. La plupart des alliages métalliques peuvent se faire en toutes proportions; la combinaison mutuelle des liquides, lorsqu'il n'en résulte pas la production d'un solide, est dans le même cas; les liquides dissolvent aussi progressivement les solides. La grande variété des combinaisons terreuses et métalliques qui forment les minéraux ne pourrait s'expliquer par des compositions soumises à cette formule, non plus que celle des substances végétales et animales, quoiqu'on y observe souvent une régularité dans les proportions." (58)

Proust, quant à lui, s'oppose ouvertement à Berthollet; il s'applique à montrer que les métaux ne produisent avec le soufre comme avec l'oxygène qu'une ou deux combinaisons dans des proportions fixes et invariables, tous les degrés intermédiaires que Berthollet et d'autres croient observer, n'étant en effet que des mélanges de deux combinaisons à proportions fixes. La discussion entre les deux chimistes restera célèbre, la controverse se poursuit jusqu'en 1806 et en donnant raison à Proust contre Berthollet; les multiples analyses chimiques réalisées à cet effet vont permettre de définir de façon plus précise le concept de combinaison chimique (59).

C'est finalement en modifiant la définition de Berthollet sur la combinaison, en lui donnant un sens plus restreint "idéal", que le concept deviendra, comme c'est souvent le cas en science, plus opératoire :

"... on a plus ordinairement et plus particulièrement considéré comme combinaisons chimiques, l'union entre eux de ceux des corps qui produisent des composés dont la différence avec les parties constituantes est très grande. Dans tous ces corps il existe évidemment une tendance à ne se combiner que dans certaines proportions et dans les exemples les plus

remarquables ces proportions sont en très petit nombre" (60).

Une combinaison chimique devient un composé dont les proportions des constituants sont constantes.

Mais, indépendamment du fait de la fixité des proportions dans une combinaison chimique donnée, il est un autre fait tout aussi important qui est celui de la proportionnalité des quantités de divers éléments qui entrent en combinaison avec un même élément. C'est la loi découverte, nous l'avons vu, par Ritcher dès 1793. Autrement dit : entre tous les corps composés, formés par l'union de deux éléments, il existe une relation de composition telle qu'il suffit de déterminer les proportions suivant lesquelles les éléments les plus divers s'unissent à l'un d'entre eux pour avoir déterminé du même coup les proportions suivant lesquelles les premiers s'unissent entre eux.

Ainsi, il établit que les quantités de divers métaux qui se dissolvent dans un même poids d'acides se combinent aussi avec le même poids d'oxygène; cette découverte passe plutôt inaperçue au temps de Richter et sera faite à nouveau par Gay-Lussac en 1808. De même, le fait découvert par Ritcher que certains métaux comme le fer et le mercure peuvent se combiner en plusieurs proportions avec l'oxygène de manière à former deux degrés d'oxydation, est redécouvert par Proust et lui sert d'argument dans sa discussion avec Berthollet. Toutefois, Proust ne s'aperçoit pas que les quantités d'oxygène qui réagissent pour former les différents oxydes d'un même métal augmentent dans un rapport très simple. Cette loi ou "loi des proportions multiples", attribuée à Dalton, peut s'énoncer ainsi: " si deux corps A et B forment plusieurs combinaisons et que l'on calcule la composition en rapportant toujours au même poids de l'un d'eux A, les diverses quantités du corps B unies au même poids de A sont entre elles suivant des rapports tout à fait simples" (61).

Comme le fait remarquer Würtz, dès 1804 l'hypothèse atomique apparaît comme l'explication théorique adéquate de la loi des proportions fixes et multiples (62).

La première table que Dalton publie sur les poids atomiques contient de façon implicite et la loi des proportions multiples et la théorie atomique. Dalton considère que lorsque deux corps se combinent en plusieurs proportions, cette combinaison ne saurait s'effectuer que par l'addition d'atomes élémentaires entiers : il en résulte que les proportions de l'un des corps restant constantes, celles du second doivent être exactement multiples l'une de l'autre.

Ainsi si les éléments sont construits avec des atomes identiques et les composés avec des atomes différents de rapports bien définis, alors tout naturellement les éléments doivent réagir dans des proportions bien définies en poids.

La combinaison chimique peut être envisagée à l'échelle des atemes ou particules ultimes en un acte individuel qui, en se multipliant sur un très grand nombre de corpuscules identiques, aboutit, à notre échelle, aux lois expérimentales des proportions constantes et multiples dès lors que les atomes élémentaires d'éléments différents ont des poids différents (63).

Ainsi, la loi des proportions définies de Proust et celle des proportions multiples de Dalton deviennent compréhensibles, comme le reconnaît Berzélius dans une lettre adressée à Dalton:

"Vous avez raison en ce que la théorie des proportions multiples est un mystère sans l'hypothèse atomistique, et autant que j'ai pu m'apercevoir, tous les résultats gagnés jusqu'ici contribuent à justifier cette hypothèse" (64).

Berthollet qui a du mal à admettre les lois des proportions définies et multiples reste prudent, comme il se doit, vis-à-vis de l'hypothèse atomique et parle: "d'une hypothèse ingénieuse de Dalton, par laquelle il explique les proportions constantes que l'on observe dans les éléments de quelques combinaisons. Selon Dalton, les éléments des corps sont disposés à s'unir atôme à atôme, et si l'un des éléments est en excès, cet excès suit un rapport qui doit être exprimé par quelque multiple simple du nombre de ces atômes; en comparant ensuite les pesanteurs spécifiques des éléments d'une combinaison dans laquelle il suppose que la combinaison d'un atôme s'est faite avec un autre atôme, il détermine la densité relative des atômes mêmes.

Cette hypothèse donne l'explication d'un phénomène dont la cause a été jusqu'ici très obscure; mais plus elle est séduisante, plus elle exige qu'on la soumette à un examen attentif." (65).

H.Davy qui croit à l'unité de la matière ne veut pas admettre que les lois expérimentales des proportions définies et multiples entraînent nécessairement l'atomisme chimique de Dalton.

"For the development of the chemical theory of definite proportions, usually called the Atomic Theory... [Dalton, first laid down, clearly and numerically, the doctrine of multiples; and endeavoured to express, by simple numbers] the weights of the bodies believed elementary. His first views, from their boldness and peculiarity, met with but little attention; but they were discussed and supported by Drs Thomson and Wollaston; and the table of chemical equivalents of this last gentleman separates the practical part of the doctrine from the atomic or the hypothetical part, and is worthy of the profound views and philosophical acumen and accuracy of the celebrated author.." (66).

En effet, le fait que les éléments se combinent en proportions constantes permet seulement de définir des "poids équivalents" pour chacun d'eux. Wollaston (tout comme H.Davy) le reconnaît, cependant, il distingue entre les "lois de la nature" et les "modèles" utilisés pour en rendre compte : "I am further inclined to think that when ours views are sufficiently extended to enable us to reason with precision concerning the proportion of elementary atoms, we shall find the arithmetical relation alone will not be sufficient to explain their mutual action, and that we shall be obliged to acquire a geometrical conception of their relative arrangement in all the three dimensions of solid extension." (67).

Ce qui signifie que pour connaître la nature chimique d'une substance, il n'est pas suffisant de connaître les proportions dans lesquelles se trouvent ses éléments constituants, il faut aussi se préoccuper de l'arrangement des atomes dans l'espace.

Les proportions définies et multiples une fois admises par la communauté des chimistes, Berthollet y compris, l'atomisme chimique n'est pas accepté pour autant. Il faudra que d'autres lois expérimentales tout aussi importantes viennent s'ajouter à celles-ci.

C) La loi volumique des combinaisons gazeuses de Gay-Lussac

Les progrès techniques (invention de la cuve à eau puis à mercure...) ayant permis d'étudier les "fluides aériformes", les deux siècles précédents, on considère désormais que c'est l'état gazeux qui présente la plus grande simplicité. En effet, les distances entre ses particules constituantes sont suffisamment grandes pour que les forces d'attraction interparticulaires n'agissent plus et que les seules forces répulsives dues au calorique soient juste compensées par la pression atmosphérique. La combinaison chimique entre deux fluides élastiques est soigneusement étudiée par Gay-Lussac, élève de Berthollet à la Société d'Arcueil. En 1809, il publie le mémoire célèbre sur "la loi volumique des combinaisons gazeuses" où il constate la simplicité des rapports volumétriques entre différents gaz se combinant l'un avec l'autre: "J'aifait voir, [écrit-il], que les combinaisons des substances gazeuses les unes avec les autres se font toujours dans les 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" (68).

Gay-Lussac et Berthollet ont eu dans les mains la copie du "New System" de Dalton; en Août 1808, dans son mémoire Gay-Lussac donne au moins autant d'importance à l'explication daltonienne pour les proportions fixes qu'à celle de Berthollet où elles sont l'exception plutôt que la règle.

Gay-Lussac dans sa recherche de lois régulières gouvernant les réactions chimiques a déjà longuement exploité les poids et c'est seulement avec les volumes qu'il trouve une relation des plus simples.

M.P.Grosland fait remarquer que Gay-Lussac, dans la tradition cartésienne, ne considère pas le poids ou la masse comme une propriété aussi fondamentale que l'extension ou volume. Le volume ou l'espace occupé par un corps est la seule mesure de la quantité de matière qui s'y trouve. Il faut dire aussi que les tubes gradués pour recueillir les gaz donnent des résultats plus fiables que la balance (69).

Berzelius, qui contrairement à Berthollet a mis plus de quatre ans pour se procurer une copie du "New System" de Dalton, s'empare des résultats remarquables obtenus par Gay-Lussac pour les mettre en correspondance avec le nouvel atomisme : " ce qui dans une théorie est appelé "atome" est dans l'autre théorie un "volume". Dans l'état actuel de nos connaissances, la théorie des volumes a l'avantage d'être fondée sur des faits bien constitués, tandis que l'autre appuie ses fondations sur une supposition seulement " (70).

Dalton, de son côté, ne semble pas s'apercevoir que la loi volumique des combinaisons gazeuses est une confirmation éclatante de sa théorie. Il émet, en 1810, quelques doutes à ce sujet. "In fact, his notion of measures is analogous to mine of atoms; and if it could be proved that all

elastic fluids have the same number of atoms in the same volume, or numbers that are as 1,2,3,etc... the two hypotheses would be the same, except that mine is universal, and his applies only to elastic fluids. Gay-Lussac could not but see (---) that a similar hypothesis had been entertained by me, and abandoned as untenable; however, as he has revived the notion, I shall make a few observations upon it, though I do not doubt but he will soon see its inadequacy "(71).

Dalton dès 1801, en supposant les "atomes" de même volume, formule lui aussi cette hypothèse pour l'abandonner en 1803 lorsque, dans sa seconde théorie des mélanges de gaz, il est amené à postuler des volumes différents pour chaque sorte d'atome. Puisque les atomes des différents gaz ont des tailles différentes et que leur "sphère de calorique" se touche, il ne peut y avoir le même nombre d'atomes dans l'unité de volume.

On peut dire que la loi des volumes de Gay-Lussac qui suggère à A. Avogadro (1811) et à A.M.Ampère (1814), indépendamment, l'hypothèse qui porte leur deux noms est un pas important pour confirmer l'atomisme chimique. "L'hypothèse qui se présente la première à cet égard et qui me paraît même la seule admissible est de supposer que le nombre des "molécules intégrantes" dans les gaz quelconques est toujours le même à volume égal ou est toujours proportionnel aux volumes." (72). Cette hypothèse(appelée aujourd'hui loi d'Avogadro-Ampère) mettra plus de cinquante ans pour être définitivement acceptée (73).

Ainsi la loi volumique de Gay-Lussac et l'hypothèse d'Avogadro-Ampère permettent aux chimistes une plus grande efficacité pour la détermination des poids atomiques par la mesure des densités de vapeur.

D) La loi de Dulong et Petit sur les chaleurs spécifiques

Cette loi qui établit, en 1819, que "les atomes de tous les corps simples ont exactement la même capacité pour la chaleur" suppose l'acceptation de la théorie atomique. D'ailleurs Dulong et Petit ne manquent pas de le signaler d'entrée :"Les considérations fondées sur l'ensemble des lois relatives aux proportions des composés chimiques permettent maintenant de se former, sur la constitution des corps, des idées qui, quoique arbitrairement établies dans plusieurs points, ne sauraient, cependant, être regardées comme des spéculations vagues et absolument stériles" (74).

Sans partager toutes les idées de Dalton, Dulong et Petit considèrent comme acquise l'idée atomistique, qu'ils espèrent enrichir de leurs propres travaux. Il est tout à fait naturel, à leurs yeux, de rapporter les propriétés individuelles des corps simples aux caractères des atomes qui les composent. "Nous avons essayé d'introduire dans l'étude de quelques unes de ces propriétés qui paraissent plus intimement liées à l'action individuelle des molécules matérielles, les résultats les plus certains de la théorie atomistique. Le succès que nous avons déjà obtenu nous fait espérer

non seulement que ce genre de considérations pourra contribuer puissamment aux progrès ultérieurs de la physique, mais que la théorie corpusculaire, à son tour, en recevra un nouveau degré de probabilité, et qu'elle y trouvera des moyens sûrs de discerner la vérité entre des hypothèses également vraisemblables" (75).

Le poids atomique est le paramètre essentiel qui permet de passer des chaleurs spécifiques obtenues expérimentalement à celles de l'atome : Et, ils s'en expliquent : "Pour passer des chaleurs spécifiques fournies par l'observation aux chaleurs spécifiques des particules elles-mêmes, il suffit de diviser les premières par les nombres de particules renfermées dans un même poids des substances que l'on compare. Car, il est clair que ces nombres de particules sont, pour des poids égaux de matière, réciproquement proportionnels aux densités des atomes. On arrivera donc au résultat cherché en multipliant chacune des capacités déduites de l'expérience par le poids de l'atome correspondant" (76).

Réciproquement, si l'on ne connaît pas le poids de l'atome en question, ou si l'on veut confirmation de sa valeur obtenue par d'autres méthodes, il suffira de diviser un nombre constant par la chaleur spécifique du corps simple solide constitué de ces atomes.

Cette règle est générale et, sauf pour quelques corps (carbone, bore, silicium) étonnamment conforme aux procédés de détermination des poids atomiques par voie chimique; elle complète efficacement la règle d'Avogadro qui ne concerne que les corps pris à l'état gazeux.

Si l'on travaille volontiers avec les poids atomiques, on hésite encore à se prononcer sur l'existence de ces unités indivisibles que sont les atomes; mais comment refuser encore longtemps le droit d'existence à des unités dont on connaît le poids ?

E) L'isomorphisme

Les minéralogistes avaient essayé, à plusieurs reprises, d'établir un lien entre la composition chimique et la forme cristalline, de déduire même la composition chimique des "caractères extérieurs" de tel échantillon naturel (Linné, Romé de L'Isle,...) (77).

Plus tard, Nicolas Le Blanc découvrit que plusieurs sulfates se combinent parfaitement entre eux et en toutes proportions. "Ceux dufer et du cuivre sont dans ce cas et il en résulte toujours des rhomboïdes". Mitscherlich, en 1823, se pose les questions suivantes : "Différents corps combinés avec le même nombre d'atomes d'un ou de plusieurs éléments ont-ils la même forme cristalline? L'identité de forme cristalline n'est-elle déterminée que par le nombre d'atomes ? Cette forme réelle est-elle indépendante de la nature chimique des éléments ?" (78).

La loi de Mitscherlich, que Berzelius nomme isomorphisme, permet d'établir le fait qui "consiste en ce que les corps qui sont composés d'un même nombre d'atomes assemblés de la même manière, affectent la même forme quand ils cristallisent". Ainsi, nous dit Berzélius, "lorsqu'un corps [dont la composition atomique est inconnue] est isomorphe avec un autre corps



dont on connaît le nombre d'atomes, on peut regarder comme connu le nombre d'atomes des deux corps, l'isomorphie étant une suite mécanique de l'égalité dans la composition atomique" (79).

Désormais, l'espérance de déduire la structure chimique d'un corps du seul examen de sa cristallisation, perd son caractère chimérique et devient même une règle féconde dans les travaux de laboratoire à condition d'être utilisée de façon prudente et rigoureuse.

On voit là que les chimistes font un pas de plus dans la visualisation concrète des atomes dans l'architecture de la matière.

F) Le dualisme électro-chimique de Berzélius

Toutes ces lois, découvertes dans les travaux de laboratoires, permettent à Berzélius de donner une vue d'ensemble originale. Il cherche à coordonner la théorie atomique de Dalton avec les lois volumétriques des gaz de Gay-Lussac, la loi des chaleurs spécifiques de Dulong et Petit, la loi de l'isomorphisme de Mitscherlich.

Dans son Essai sur la théorie des proportions chimiques, en particulier, il s'attache à trouver d'une part, le nombre d'atomes qui entrent dans telle combinaison et d'autre part, à déterminer quels sont les poids atomiques des divers corps simples; il s'agit alors, en fixant arbitrairement le poids d'un atome d'un élément donné, de rechercher quel poids on peut alors attribuer à l'atome des autres éléments.

Il utilise la capacité qu'ont les corps d'avoir plusieurs degrés d'oxydation, autrement dit de se combiner avec 1,2,3 atomes d'oxygène: "il s'agit de déterminer alors les quantités relatives d'oxygène qui se combinent avec une quantité donnée du corps combustible" (80).

De plus, il essaye de mettre en corrélation les réactions de neutralisation acide-base (oxyde basique et oxyde acide) et les séries d'oxydation pour un même élément à plusieurs degrés d'oxydation. "Or, quand il arrive que le résultat tiré de la série d'oxydation s'accorde avec le nombre déduit de la capacité de saturation, on peut admettre avec assez de certitude que ce nombre (d'atomes d'oxygène) est le véritable" (81).

Berzélius reconnaît toutefois que ces moyens ne sont pas vraiment suffisants pour connaître d'une manière indirecte le nombre d'atomes de tous les oxydes, car, dit-il: "et il nous reste encore beaucoup de doutes à cet égard, [ce] qui provient de la difficulté qu'on éprouve à déterminer avec certitude le nombre d'atomes des radicaux" (82). Les radicaux étant la partie simple ou composée qui s'unit dans les combinaisons avec l'oxygène pour donner un acide.

Berzélius fait preuve d'une grande habilité expérimentale pour déterminer les poids relatifs des atomes simples et pour les mettre en rapport les uns avec les autres. Sa contribution pour l'établissement des poids atomiques est très importante, mais il ne s'est pas contenté de fournir des données fiables aux chimistes, il a voulu apporter sa pierre à la recherche d'une théorie de l'affinité ou de la combinaison chimique, en exposant dit-il "une théorie électro-chimique, telle qu'elle

paraît résulter de l'expérience acquise jusqu'à présent".

Le point de départ de la théorie électro-chimique, nous dit Berzélius, est dans le dessein d'expliquer la provenance de l'ignition, c'est-à-dire la production de lumière et de chaleur dans la plupart des combinaisons chimiques. Il est à noter, qu'à cette époque, ce sont surtout les combinaisons avec l'oxygène qui sont étudiées car elles ont lieu avec la quasi totalité des corps connus.

"Il nous reste à examiner si l'union des électricités opposées ne pourrait pas être la cause de l'ignition dans la combinaison chimique, aussi bien que dans la décharge électrique" (83).

En effet, les expériences de H.Davy avec la pile découverte par Volta donnent à penser que puisque les corps "se séparent par des forces électriques, c'est aussi par des forces électriques qu'ils doivent se trouver réunis".

Berzélius précise "dans toute combinaison chimique, il y a neutralisation des électricités opposées et ...cette neutralisation produit le feu, de la même manière qu'elle le produit dans les décharges de la bouteille électrique, de la pile électrique et du tonnerre, sans être accompagnée dans ces derniers phénomènes d'une combinaison chimique" (84).

Il considère donc que tout atome chimique contient deux pôles électriques, l'un positif, l'autre négatif: "Figurons-nous que dans les molécules d'un corps, l'électricité de l'un des pôles est, ou prédominante, ou plus concentrée dans un certain point que l'électricité de l'autre pôle, à peu près de la même manière que l'un des pôles d'un aimant peut être beaucoup plus fort que l'autre; figurons-nous encore qu'il existe dans les moindres parties de chaque corps une semblable unipolarité spécifique en vertu de laquelle, chez les uns le pôle positif, chez les autres le pôle négatif domine, et nous concevrons assez bien comment l'électricité peut se trouver dans les corps, et en quoi consistent leurs propriétés électro-chimiques. Les corps sont donc électropositifs ou électro-négatifs, suivant que l'un ou l'autre pôle y domine" (85).

Lorsqu'une réaction a lieu, l'électricité ne se dégage qu'à l'un des pôles. J.B.Dumas explique ainsi à ses élèves le mécanisme de l'affinité chimique selon la théorie de Berzélius.

"Mettez par exemple l'oxygène et l'hydrogène dans les circonstances favorables à leur combinaison, les molécules de l'un et de l'autre gaz agiront par leurs deux pôles, qui se réuniront en sens inverse, c'est-à-dire que les pôles négatifs de l'hydrogène se tourneront du côté des pôles positifs de l'oxygène, et que les pôles positifs de l'hydrogène se placeront vers les pôles négatifs de l'oxygène. Mais comme les molécules ne peuvent abandonner que l'électricité d'un de leurs pôles, d'un côté les électricités contraires se réuniront, de l'autre les électricités en présence et d'espèce contraire se conserveront intactes. La réunion des premières développera de la chaleur et de la lumière; l'influence réciproque des secondes maintiendra les particules combinées. Ainsi se trouvent expliquées sans difficulté la chaleur et la lumière qui accompagnent l'action chimique, tout comme la permanence des combinaisons..." (86).

Mais la conception électrochimique de la combinaison aboutit à une complexité inutile. Ainsi pour Berzélius un sel ternaire n'est pas formé par trois contituants mais par la combinaison d'un acide (radical + O) et d'un oxyde basique (métal + O).

En effet, "de là découle que tout corps composé, quel que soit d'ailleurs le nombre de ses principes constituants, peut être divisé en deux parties, dont l'une est positivement et l'autre négativement électrique. Ainsi, par exemple, le sulfate sodique n'est pas composé de soufre, d'oxygène et de sodium, mais d'acide sulfurique et de soude, qui l'un et l'autre, peuvent être encore divisés en deux éléments, l'un positif, l'autre négatif. De même, l'alun ne peut pas être considéré comme directement composé de ses principes simples; mais on doit regarder ce corps comme le produit de la réaction du sulfate aluminique, élément négatif, sur le sulfate potassique, élément positif; et c'est ainsi que la manière de voir électro-chimique justifie également ce que j'ai déjà exposé des particules composées du premier, du second, du troisième ordre,etc..." (87).

Berzélius estime que les conséquences de sa théorie ne vont pas à l'encontre des idées de Berthollet.

"Nous voyons à présent que l'égale répartition des atomes des corps dissous entre ceux du dissolvant, produisent des phénomènes qui, lorsque les corps agissant et leurs produits se maintiennent dans la dissolution, doivent être absolument les mêmes que si des combinaisons dans toutes les proportions étaient possibles. On voit donc que les recherches ingénieuses de Berthollet, dans sa statique chimique, ne combattent ni la théorie des proportions déterminées, ni les vues de la théorie corpusculaire. Berthollet étendit même aux corps solides l'application des résultats de ses observations sur les liquides : cette extension, en tant qu'elle concerne l'influence de la masse chimique (c'est-à-dire la somme du degré d'affinité du corps agissant et de la quantité présente) sur un corps solide qui se trouve dans un liquide, est juste, dans le cas où le corps solide, nonobstant son insolubilité, n'est pas encore tout-à-fait hors de la sphère d'activité du liquide; mais l'application que l'on en a faite ensuite aux corps secs et solides, en avançant, par exemple, que les métaux peuvent s'oxider entre le maximum et le minimum, dans une infinité de degrés, a été démentie par l'expérience, qui prouve que lorsqu'un oxide soumis à l'action de l'oxigène ne parvient pas à se convertir totalement en un autre oxide, l'oxide nouvellement formé se trouve mêlé et quelquefois combiné chimiquement avec la partie de l'oxide qui n'a pas été altérée, et souvent il n'est pas difficile de découvrir au microscope qu'ils ne sont que mêlés ensemble" (88).

Berzélius cherche également, dans le cadre de sa théorie, à expliquer l'existence de la force de cohésion d'une part, et de la combinaison chimique d'autre part.

"Il nous reste encore à dire quelques mots de la force de cohésion considérée d'après la théorie électro-chimique, force dont les phénomènes mécaniques ont été étudiés, dans ces derniers temps, avec tant de succès. Il a été démontré que la forme régulière des corps suppose dans leurs atomes une tendance à se mettre en contact par certains points de préférence, c'est-à-dire qu'elle dépend d'une polarité qui, par conséquent, ne peut être qu'électrique ou magnétique. Tous les atomes d'un corps conservant un certain degré de polarité, doivent naturellement chercher à se joindre par leurs pôles opposés; et l'on pourrait conjecturer que, par

l'effet de leur polarité, la cohésion se forme de la même manière que le plateau de l'électrophore, électrisé positivement, est retenu par l'électricité négative du gâteau, sans décharge ni pénétration mutuelle. On pourrait d'autre part comparer la combinaison chimique à la neutralisation de deux électricités opposées, qui s'opère lorsque la plaque inférieure du gâteau est mise en communication avec le plateau supérieur, ce qui produit une décharge de l'électricité" (89).

Berthollet de son côté, considérant que "l'affinité" désigne aussi bien l'attraction entre particules semblables qui donne lieu à la cohésion que l'attraction entre particules différentes qui provoque la formation d'une combinaison nouvelle, marque un certain scepticisme vis-à-vis de la théorie de Berzélius en la caricaturant d'ailleurs quelque peu: "l'expérience fait voir qu'il existe entre les molécules de la matière une espèce d'attraction que l'on désigne par le nom d'affinité et en vertu de laquelle ils forment toutes les combinaisons quelle qu'en soit la cause : cette force produit la cohésion : or on ne peut supposer que dans un corps composé de molécules identiques, une moitié des molécules soit douée d'une électricité, et l'autre moitié d'électricité opposée" (90).

La notation chimique pour les atomes des différents corps simples proposée par Berzélius, et qui sera conservée par la suite, facilite considérablement l'écriture des réactions chimiques. La théorie électro-chimique, intéressante en chimie minérale, s'avère inapte à expliquer les réactions entre corps organiques et les fulgurants progrès de la chimie organique, entre 1820 et 1840, posent les bases de la chimie structurale; la découverte de l'isomérie et des réactions de substitution contribuent à faire envisager, non pas seulement les formules brutes des composés, mais aussi les formules développées dans l'espace.

Ainsi dans la période que nous envisageons et malgré quelques années de doute, (91)les chimistes en utilisant toutes sortes de précautions verbales, en faisant "comme si" les atomes existaient, s'en servent de plus en plus. A ce stade de développement de leur science dans leurs opérations de synthèse et d'analyse, les atomes leur permettent de "pénétrer" dans l'architecture intime de la matière. Ils ont dans les mains un jeu de construction dont les briques sont les atomes chimiques de Dalton. Ainsi, leur représentation de la constitution intime de la matière devient de plus en plus, et presque malgré eux, réaliste.

Pendant ce temps, certains physiciens au contraire, se séparent d'une vision réaliste de la constitution intime de la matière : déclin de l'influence de Laplace après 1815, théorie ondulatoire de la lumière de A.Fresnel... La représentation réaliste de la matière et des forces n'est plus nécessaire; Fourier en est l'exemple type dans sa "Théorie analytique de la chaleur" (1822) (92).

Ces physiciens procèdent à une mathématisation directe des phénomènes sans considération des causes physiques. Par exemple, les phénomènes de propagation de substance qu'il s'agisse de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, d'un sel en solution... peuvent être traités

en se dispensant de considérer la structure du milieu dans lequel elle diffuse. Il s'agit d'établir une "équation fondamentale" concernant le flux de substance qui s'écoule d'une couche élémentaire de matière à la suivante (93).

Mais plus tard, dans la seconde moitié du XIXe siècle, les physiciens se serviront à nouveau des "molécules" des chimistes comme modèle causal de théories physiques: théorie cinétique des gaz, interprétation du mouvement brownien... faisant définitivement évoluer la théorie atomique de la constitution de la matière d'une acceptation instrumentaliste à une acceptation réaliste (94).

Pour A.M. Ampère, mathématicien, physicien théoricien et philosophe, la nécessité de rechercher les causes derrière les phénomènes ne fait aucun doute. De 1810 à 1822, comme nous allons le voir, il utilisera dans une synthèse qui lui est propre, profondément enraciné dans sa philosophie des sciences, tant la vision atomistique (mécanico-moléculaire) que dynamiste de la structure intime de la matière pour construire une théorie de la combinaison chimique, qui tout en intégrant les résultats expérimentaux des chimistes, restera étrangère à l'atomisme daltonien.

CHAPITRE 2

La mathématisation des phénomènes physico-chimiques chez André Marie AMPERE A.M.Ampère s'est intéressé très tôt à la chimie. En 1797, à Lyon, avec J.J.Bonjour qui fut pendant trois ans l'assistant de Berthollet, il étudie les oeuvres de Lavoisier (1). A Paris, il fréquente les plus éminents chimistes de l'époque: Thénard, Gay-Lussac ..., tous membres de la Société d'Arcueil . Dans la correspondance suivie qu'il entretient avec le grand chimiste H.Davy, il participe à toutes les discussions sur la nature des nouveaux éléments: potassium, sodium, iode, chlore, fluor .. (2)

En 1824, dans un manuscrit autographe il revendique la priorité de la découverte du caractère élémentaire de "l'acide muriatique oxygéné" que la communauté scientifique attribue à H.Davy. On lui reconnaît par contre la découverte du caractère élémentaire du "phtore" (le fluor) constituant de "l'acide fluorique". (3)

Dans une lettre à Davy datée du 20 juin 1813, il écrit à propos du fluor : «tant que cette substance n'aura pas été décomposée, il faudra bien la regarder comme simple et lui donner un nom tel que celui de fluorine sans quoi on ne saurait où s'arrêter dans la formation des suppositions arbitraires que les chimistes modernes prétendaient avoir bannies de la science, quoiqu'il en restât encore beaucoup dans les théories les plus répandues avant les vôtres.» (4).

Mais ce sont ses travaux en mathématiques qui lui procurent la notoriété. Dès 1814, son intérêt pour les mathématiques décline, et il déplore de ne pouvoir se consacrer entièrement à une oeuvre importante qu'il rêve d'accomplir en chimie et en métaphysique.

De 1814 à 1816, Ampère publie trois articles de chimie "Une démonstration de la relation découverte par Mariotte entre les volumes des gaz et les pressions qu'ils supportent à une même température" (5); un article en forme de lettre adressée à Berthollet sur "La détermination des proportions dans lesquelles les corps se combinent d'après le nombre et la disposition respective des molécules dont leurs particules intégrantes sont composées" (6) et enfin une série de quatre mémoires concernant un "Essai d'une classification naturelle pour les corps simples". (7)

Dans le même temps, entre 1812 et 1820, Ampère éprouve un grand attrait pour la psychologie et entreprend une classification des faits de l'intelligence. Ainsi son intérêt pour les classifications naturelles d'objets en science est contemporaine de sa classification naturelle des faits de l'intelligence en psychologie à laquelle il s'attache dès 1812 (8) et qu'il expose enfin dans ses cours à la Sorbonne en 1819-1820. (9)

Dans sa classification des faits de l'intelligence, Ampère distingue quatre sortes de conceptions, qui s'appliquent à la fois au monde matériel et à la pensée. Les conceptions primitives s'arrêtent aux apparences, «comme l'étendue et la mobilité; la durée et la causalité.» Les conceptions objectives recherchent, au-delà des apparences, «la matière et les atomes dont elle est composée...; la substance qui meut notre corps et dans laquelle réside la pensée et la volonté ...» (10). Les conceptions comparatives sont celles que l'on nomme communément idées générales: telles l'idée de couleur (le rouge), l'idée d'égal, de plus grand,

de plus petit ; et les idées réflexives: les idées que l'on se fait des rapports sociaux, l'idée du bien et du mal, du devoir. Les conceptions explicatives sont celles «par lesquelles nous remontons aux causes d'après l'étude comparée que nous faisons des phénomènes.»(11)

Lorsqu'il élabore sa classification des corps simples, il inventorie les propriétés physiques et chimiques, patentes ou plus cachées, des corps simples pour établir des termes de comparaison entre ces corps; tandis que lorsqu'il démontre la relation de Mariotte et lorsqu'il établit les règles de la combinaison chimique, Ampère recherche l'explication des phénomènes dans des causes cachées qu'il trouve dans les particules constitutives de la matière. Naturellement, Ampère se conforme ainsi aux pratiques scientifiques les plus usuelles, mais il sépare mieux que tout autre les points de vue qu'il porte sur les choses. Nul doute qu'ici, pratique scientifique et étude psychologique s'appuient mutuellement.

Par ailleurs, les réflexions philosophiques d'Ampère sur l'abstraction et sa théorie des rapports ont guidé sa démarche scientifique: elles l'ont aidé à se dégager de la complexité du réel pour le rendre intelligible. (12,13,14)

Au début du XIX^e siècle, la chimie physique n'existe certes pas en tant que spécialité. Il est naturel que les chimistes s'intéressent aux substances quelles qu'elles soient: les gaz, les solutions, la chaleur, la lumière, l'électricité ... En 1819, au conservatoire des Arts et Métiers, Clément donne un cours de chimie industrielle où la majeure partie du programme traite de la théorie de la chaleur et de l'efficacité des machines à vapeur. Il est intéressant de noter, à ce sujet, que Clément y décrit la vapeur comme le résultat d'une combinaison chimique de chaleur et d'eau. La loi de Clément (que les historiens appelent aussi la Loi de Watt) présuppose la validité de l'hypothèse du calorique et établit qu'une quantité donnée de vapeur saturante contient la même quantité de calorique et ce, à toute température.

Cette loi est considérée d'ailleurs comme une illustration de la loi des proportions définies de Proust. (15)

La grande majorité des chimistes: Berthollet, H.Davy, J.Dalton, A.Avogadro, Berzélius, Gay-Lussac ... travaillent sur des thèmes ou les approches chimiste et physicienne sont intimement liées (16) A.M.Ampère qui n'est certes pas un chimiste expérimentateur, s'intéresse à la chimie en tant que faisant partie de la physique générale. La démonstration de la loi de Mariotte, et la théorie mathématique de la combinaison chimique sont des problèmes de *physique mathématique* pour lui (stéréonomie et atomologie), aussi les abordons-nous ensemble dans le cadre de ce deuxième chapitre. La classification des corps simples fera l'objet d'un troisième chapitre.

I - EXPLICATION DE LA "RELATION DECOUVERTE PAR MARIOTTE"

En 1814, alors que les propriétés des gaz permanents retiennent autant l'attention des chimistes que des physiciens, Ampère publie une «démonstration de la relation découverte par Mariotte entre les volumes des gaz et les pressions qu'ils supportent à une même température.»

La relation découverte par Mariotte selon laquelle la pression d'un gaz, à température constante varie "en raison inverse du volume auquel le gaz est réduit par la pression qu'il supporte actuellement" est une loi expérimentale, elle n'établit que des rapports entre des grandeurs physiques, et comme telle, elle traduit une conception "onomatique" des choses; conception où il s'agit "de comparer la valeur que prend une propriété" des gaz permanents lorsqu'on fait varier "successivement les circonstances dont cette propriété peut dépendre".

L'objet de son étude se trouve être: "les gaz permanens", objet qui concerne effectivement l'embranchement des sciences physiques. Celles-ci ayant trait, rappelons-le: "aux propriétés inorganiques des corps et l'arrangement de ces corps dans le globe terrestre". Dans cet embranchement, la physique expérimentale s'occupe plus spécialement de vérités concernant les gaz tels qu'ils nous apparaissent c'est-à-dire "résultant de l'observation immédiate" de ces corps; la chimie déterminerait la composition de chacun d'eux ou la façon de réagir avec d'autres pour former de nouvelles combinaisons ce qui n'est pas le propos d'Ampère : «La

recherche des causes qui produisent la combinaison spontanée de certains gaz serait étrangère à l'objet de ce mémoire; j'aurai peut-être l'occasion d'en parler ailleurs.» (17); c'est ce qu'il fera peu de temps après dans la lettre à Berthollet.

Dans cette étude, Ampère se propose d'expliquer la relation de Mariotte, et, pour cela, il "s'attache aux causes cachées qui résident dans les forces que les molécules de la matière excercent les unes sur les autres." (18) Selon lui, «l'ensemble des phénomènes que présentent les corps, conduit bientôt le physicien qui en recherche les causes, à cette conséquence aujourd'hui généralement admise, que les particules dont ils sont composés, de quelque nature qu'elles soient, ne sont nulle part en contact, et que les distances et les positions respectives de ces particules ne peuvent par conséquent être déterminées que par l'équilibre des forces auxquelles elles sont soumises.» Les distances entre les particules dépendent de trois sortes de forces: «la pression qu'ils supportent, la répulsion entre leurs particules produite par le calorique, et les forces attractives et répulsives propres à chacune de ces particules, qui dépendent de leur nature et impriment des qualités diverses aux corps d'espèces différentes.» (19)

Ces forces ne jouent pas exactement le même rôle dans les trois états de la matière. A l'état solide, la distance et la position respective des particules des corps sont déterminées par deux types de force seulement, d'une part "les forces propres aux particules à la fois attractives et répulsives" (20), d'autre part "la répulsion produite par le calorique"; la troisième force "la pression que les corps solides supportent" n'intervient que très peu. A l'état liquide, l'équilibre qui détermine la distance et la position des particules dépend dans ce cas des trois types de forces: "les forces qui sont propres aux particules, celle du calorique et celle de la pression", l'état gazeux est le résultat d'un autre type d'équilibre et Ampère prend soin de citer Laplace sur ce point: «M. le Comte Laplace a fait voir que la distance à laquelle se trouvent les particules est plus grande que celle où leurs forces propres cessent d'avoir une action appréciable. L'équilibre qui détermine cette distance n'a donc plus lieu sensiblement qu'entre deux forces: la pression et la répulsion produite par le calorique.» (21) Ampère fonde sa démonstration de la relation de Mariotte sur les deux principes suivants «la répulsion produite par le calorique, quoiqu'inappréciable à toute distance finie, s'étend néanmoins à des distances incomparablement plus grandes que celles des particules des gaz, et que cependant à ces dernières distances, les forces attractives ou répulsives propres aux particules sont déjà sensiblement nulles.»(22)

Que tous les gaz permanents aient le même comportement prouve expérimentalement que les forces propres aux particules n'y ont pas d'action appréciable dans la mesure où ces forces peuvent être très différentes dans les différentes espèces de matière.

D'ailleurs, Ampère avoue ne pas savoir grand chose sur la valeur et le mode d'action des forces moléculaires; en ce qui concerne les forces attractives et répulsives propres aux particules elles dépendent: «pour les très petites distances, et de ces distances elles-mêmes, et de la nature

particulière de chaque corps; les fonctions qui les représentent, et qui peuvent être très différentes dans les différentes espèces de matière, nous sont absolument inconnues: les explications qu'on a tenté de donner des effets de ces forces, n'ont eu aucune base solide, jusqu'à ce qu'on ait démontré que ces effets sont indépendans de la forme des fonctions, par lesquelles les forces sont représentées, pourvu qu'elles décroissent assez rapidement pour devenir sensiblement nulles à toute distance finie.» (23)

Pour la force de répulsion due au calorique, qui fait seule équilibre à la pression lorsque le corps est à l'état de gaz, «on peut cependant limiter les intégrales relatives aux effets de cette répulsion, en supposant qu'elle s'évanouisse à toutes les distances finies, ce qui rend les résultats du calcul indépendans de la fonction qui l'exprime.» (24). Tout ceci revient à poser en définitive deux hypothèses: (1) la force de répulsion due au calorique tend à mesure que la distance augmente vers un infiniment petit du premier ordre et (2) l'attraction moléculaire tend en même temps vers un infiniment petit du second ordre.

Et Ampère, avec ces seuls renseignements sur les forces, qui vont lui servir en définitive de postulat pour sa démonstration mathématique, réussira à comparer les résultats de son calcul théorique "à ceux que fournit l'expérience".

Ampère suppose que, dans un gaz, les particules sont immobiles et réparties uniformément. Il considère un plan qui ferme le réservoir de gaz et choisit dans ce plan deux axes perpendiculaires x et y ainsi qu'un axe z perpendiculaire à ce plan; un petit parallélépipède rectangle dx dy dz, à la distance z de ce plan, contient n. dx dy dz particules (où n désigne le nombre des particules du gaz par unité de volume). La répulsion entre chacune de ces particules et le plan est une fonction de z et de la température t du gaz, selon l'hypothèse que «le calorique de tous les corps exerce la même répulsion lorsqu'ils sont à la même t empérature» (25)
Soit {\frac{1}{2}}(t,z) cette fonction. Il s'en suit que «le plan supporte de leur part une pression égale à n {\frac{1}{2}}(t,z) dx dy dz» (26). La somme des pressions supportées par le plan est obtenue en intégrant cette expression. L'intégration sur les grandeurs x et y donne la surface H du plan et l'intégration sur z peut être faite de 0 à 1/0, la répulsion cessant d'être appréciable à toutes distances finies; le résultat de cette intégration, F(t), est alors indépendant de z. On trouve ainsi que la somme des pressions supportées par le plan est égal à n H F(t). (27)

Ampère termine par une explication permettant de visualiser par la pensée, à l'échelle des particules, comment les choses se passent.. Il suffit de considérer un cylindre dont la base est constituée par le plan mobile et la hauteur par la distance où la répulsion n'est plus sensible (distance extrèmement petite par rapport au diamètre du vase). Ampère décompose ce cylindre en une infinité de tranches parallèles à la base. Dans chaque tranche la répulsion sur le plan mobile sera proportionnelle à la distance de la tranche au plan, d'une part, et au nombre de particules dans cette tranche, d'autre part. Quand on abaisse le piston, donc que la pression augmente, une partie du volume disparaît et le nombre de particules qui étaient contenus dans ce volume se répartit équitablement dans les autres tranches. La pression qui s'exerce sur le

plan mobile est toujours proportionnelle pour chaque tranche à la distance au plan du piston et au nombre de particules contenues dans la tranche.

«Dès lors tous les termes de la répulsion totale, et cette répulsion elle-même sont augmentés dans le rapport du nombre des particules comprises dans un volume donné. Ce qui est précisemment la relation découverte par Mariotte.» (28)

II - LA COMBINAISON CHIMIQUE DES CORPS

En 1814, Ampère publie un article en forme de lettre à Berthollet, «Sur la détermination des proportions dans lesquelles les corps se combinent d'après le nombre et la disposition respective des molécules dont leurs particules intégrantes sont composées".»

Il élabore d'une théorie de la combinaison chimique, où il énonçe une hypothèse qui laisse plutôt indifférente la communauté scientifique de son époque; c'est cette hypothèse que nous appelons aujourd'hui "la loi d'Avogadro-Ampère" (29,30).

Après qu'il eut écrit son article, Ampère prend connaissance du mémoire publié par Avogadro en 1811 où la même hypothèse est formulée à partir de la même loi de Gay-Lussac (31).

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 il y a 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.» (32).

Nous savons que Berthollet cherchait l'élucidation de "l'acte chimique" par une approche newtonienne dans la droite ligne de Lavoisier: «peut être un jour, la précision des données sera-t-elle amenée au point que le géomètre pourra calculer, dans son cabinet, les phénomènes d'une combinaison chimique quelconque pour ainsi dire de la même manière qu'il calcule le mouvement des corps célestes.» (33) Berzélius et Davy de leur côté tentaient une interprétation électrique, fortement critiquée par Berthollet. Ampère quant à lui, bâtit une théorie de la formation des composés chimiques par une approche purement géométrique.

Que la construction intellectuelle d'Ampère soit nécessitée par l'impossibilité de réaliser le programme fixé par Berthollet, qu'elle ait quelque parenté avec la théorie de Davy, ce qui la rend étrangère à l'atomisme de Dalton, c'est ce que nous allons montrer.

1°) - Une représentation de la constitution intime de la matière :

Ampère reprend, dans ses grandes lignes, la conceptualisation professée à la Société d'Arcueil de la constitution intime de la matière. Mais il prend la liberté de la modifier afin qu'elle puisse servir à l'élaboration de sa théorie de la combinaison chimique.

A) Matière et forces chez Ampère

Le point de départ de sa théorie est dans le plus pur style de l'école laplacienne: Ampère ne fait que paraphraser Newton et Lavoisier lorsqu'il fait remarquer que : "la distance et la position respectives des particules des corps ne dépendent que de trois sortes de forces : «la pression qu'ils supportent, la répulsion entre leurs particules produite par le calorique, et les forces attractives et répulsives propres à chacune de ces particules, qui dépendent de leur nature et impriment des qualités diverses aux corps d'espèces différentes" (34) Ne semblet-il pas encore paraphraser Laplace lorsqu'il énonce: "des conséquences déduites de la théorie de l'attraction universelle considérée comme la cause de la cohésion et la facilité avec laquelle la lumière traverse les corps transparens, ont conduit les physiciens à penser que les dernières molécules des corps, étaient tenues par des forces attractives et répulsives qui leur sont propres, à des distances comme infiniment grandes relativement aux dimensions de ces molécules." (35).

Cette représentation s'en éloigne cependant quant au fond, puisque des forces répulsives sont attribuées aux dernières molécules des corps. En effet, lorsque Laplace conçoit l'existence de "forces attractives et répulsives de molécule à molécules (36), il s'agit de forces exercées entre les molécules (pondérables) d'un "cristal diaphane" et les "molécules (impondérables, elles) de la lumière"; et, à Arcueil, il n'est attribué aucun caractère d'expansivité à la matière pondérable elle-même, ainsi Berthollet assimile-t-il "le principe d'expansivité" au calorique ou à la "cause de la chaleur" (37)

Par ailleurs, s'il est conforme au point de vue de Newton et de Laplace de supposer que, dans les milieux transparents, les molécules laissent un grand espace, il est douteux que ce caractère puisse être étendu à tous les solides comme le fait Ampère lorsqu'il suppose que «les demières molécules ..(sont) tenues à des distances comme infiniment grandes relativement aux dimensions de ces molécules. (Ampère en conclut que) dès-lors leurs formes, qu'aucune observation directe ne peut d'ailleurs nous faire connaître, n'ont plus aucune influence sur les phénomènes que présentent les corps qui en sont composés ...» (38). Sur ce dernier point, Ampère s'éloigne encore de la pratique d'Arcueil; ainsi Laplace suppose que, dans l'action des acides sur une base, ou dans les phénomènes capillaires, «la figure des molécules, (ainsi que) l'électricité, la chaleur, la lumière, et d'autres causes, en se combinant avec cette loi générale (l'attraction moléculaire) modifient ses effets.» (39,40).

Il faut noter que, dans la théorie d'Ampère, l'absence d'influence de la forme des molécules n'est due qu'aux circonstances et ne présente aucun caractère essentiel. Elle permet de "faire comme si" les molécules se réduisaient à des points matériels, centres de forces d'attraction et de répulsion. Si nous nous référons à "La philosophie de mon père" de Jean Jacques Ampère, nous ne pouvons douter qu'Ampère attribue à ces molécules, les qualités premières "la solidité, la figure, le nombre et le mouvement" que Locke reconnaît dans les corps qui nous environnent, lesquelles qualités ne se ramènent pas à un jeu de forces: «Les corps sont révélés d'abord, dit-on, comme des causes de résistance et se manifestent à nous par leur impénétrabilité: cette idée est inexacte; car la physique nous apprendra qu'ils sont tous pénétrables, puisqu'ils sont divisibles. Quelque chose cependant de cette notion primitive demeurera vraie; elle sera seulement reculée pour ainsi dire plus loin, et se retrouvera dans l'impénétrabilité des atomes indivisibles.» (41).

Il suffirait cependant de considérer que les "dernières molécules" de substances pondérables sont des centres ponctuels de forces attractives et répulsives et que ces forces suffisent à rendre compte de la solidité et de la figure des molécules pour que la théorie chimique d'Ampère apparaisse comme une théorie dynamiste, c'est-à-dire une théorie où la matière est la manifestation sensible de forces qui s'opposent (42).

Une telle théorie dynamiste et atomistique, peut être rapprochée du dynamisme que Kant a développé en 1756 dans sa "Monadologie physique", lorsque, dans ses oeuvres de la période précritique, il tente de concilier les philosophies naturelles de Newton et de Leibniz. S'inspirant de la monadologie leibnizienne, Kant considère alors que la matière est composée de points physiques qui sont autant de centres de forces, le point et sa sphère d'action constituent une monade qui remplit l'espace par sa seule force répulsive; la sphère d'activité de la substance est divisible à l'infini, mais pas son centre qui est le sujet agissant (43,44).

Ainsi suppose-t-il que le jeu des forces suffit à expliquer les différences de densité de la matière et il s'oppose à une interprétation newtonienne du plein et du vide, interprétation qui est présentement celle des laplaciens, ... et d'Ampère.

Revenons à la représentation de la constitution intime de la matière chez Ampère. Elle est, comme celle de Laplace, statique: «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.»(45).

Mais Ampère cherche à aller plus loin en précisant la distinction entre "particule" de matière et "molécule". «On doit considérer une particule comme l'assemblage d'un nombre déterminé de molécules dans une situation déterminée ».

Ampère va ainsi chercher l'explication des phénomènes chimiques non pas dans la forme des "dernières molécules des corps" (comme on a maintes fois cherché à le faire avant que l'on ne recoure aux affinités chimiques ou aux forces électriques) mais «dans la manière dont ces molécules se placent les unes à l'égard des autres pour former ce qu'il nomme une particule.» (46). C'est alors la forme géométrique de la particule qui revêt une valeur explicative.

Il explique "la permanence de l'arrangement des molécules à l'intérieur d'une même particule" dans une lettre adressée à Prévost: «..l'expression de la force moléculaire se composant nécessairement, dans mon hypothèse, de deux termes de signes contraires, dont l'un représente par conséquent une attraction et l'autre une répulsion, cessant toutes deux d'être sensibles à une très petite distance, il suffit que la répulsion décroisse plus rapidement que l'attraction pour que la permanence de l'arrangement des molécules d'une même particule et l'agrégation des particules dans les corps solides par des molécules communes à deux particules voisines, se trouve naturellement expliquée.» (47, 48).

Puisque Ampère n'a aucun moyen de connaître les forces qui maintiennent les molécules dans la particule de matière, il doit s'appuyer sur d'autres bases pour déterminer les formes représentatives des particules.

B) Les deux fondements de la théorie d'Ampère

Comme nous l'avons déjà dit, pour résoudre le problème de la combinaison chimique, Ampère suppose que les composés chimiques sont des édifices corpusculaires régulièrement agencés et que la connaissance de ces édifices doit être recherchée grâce à la science des cristaux d'Haüy pourvu qu'elle soit réinterprêtée à cet usage. Mais cette science n'apporte pas de solution sans équivoque aux problèmes de la combinaison chimique. Alors les lois de Gay-Lussac «sur les proportions simples qu'on observe entre les volumes d'un gaz composés et ceux des composans» peuvent être utilisées pour déterminer le nombre des particules des corps composants qui se réunissent en une particule du corps composé, pourvu qu'on veuille bien admettre l'hypothèse d'une proportionnalité entre le volume des gaz et le nombre de leurs particules.

Ainsi, malgré la méconnaissance des forces agissantes au sein de la matière, les connaissances conjointes du comportement des gaz et de la structure géométrique des cristaux conduisent à la résolution sans équivoque des problèmes de la combinaison chimique, pour les réactions chimiques dont les composés sont en phase gazeuse d'abord, pour n'importe quelle réaction enfin.

Ainsi Ampère peut-il élaborer une théorie "géométrique" de la combinaison chimique sur deux fondements qu'il juge indubitables: la science des cristaux d'Haüy et les lois volumétriques des gaz de Gay-Lussac.

a) Appropriation de la cristallographie d'Hauy par Ampère

Romé de l'Isle avait montré qu'une espèce minérale peut être définie par la mesure des angles constants que font entre elles les faces homologues; Haüy va s'appuyer sur cette constatation, et sur la division mécanique, le clivage, que présente la calcite, pour inférer que

tous les cristaux sont formés par la répétition dans les trois directions de l'espace de petits solides possédant une forme géométrique caractéristique de l'espèce (49). Pour Haüy, un minéral «n'est qu'un assemblage de molécules similaires, réunies par l'affinité, et sa configuration qui dépend uniquement de l'arrangement des molécules peut varier par l'effet de diverses circonstances. De là cette multitude de formes différentes, et en même temps régulières et bien prononcées, qu'affectent souvent les cristaux d'une même substance.». Ce résultat général est comme la clef de la théorie des lois relatives à (la) structure [des minéraux]

Pour atteindre la molécule cristallographique (aussi appelée, nous le verrons, "intégrante"), Haüy va se livrer à un travail géométrique formel: il va déduire des "habitus", réellement observés des minéraux, des formes idéalisées en ce qu'elles présentent un égal développement de leurs faces homologues, les "formes secondaires", puis montrer que ces formes secondaires peuvent, pour une même espèce, se déduire d'un même solide régulier, la "forme primitive". Pour opérer cette déduction, Haüy effectue par la pensée «des coupes qui se correspondent sur toutes les parties semblablement situées» (50)

Il n'existe qu'un petit nombre de formes primitives: « l'ai trouvé jusqu'ici que toutes les formes primitives se réduisaient à six, qui sont le parallélépipède en général, lequel comprend le rhomboïde et tous les solides terminés par six faces parallèles deux à deux, le tétraèdre régulier, l'octaèdre à faces triangulaires, le prisme hexagonal, le dodécaèdre à plans rhombes et le dodécaèdre à plans triangulaires isocèles» (51).

Partant de là, Haüy définit le concept de "molécule intégrante". En effet, selon lui «la division du crystal en petits solides similaires a un terme, passé lequel on arriveroit à des particules si petites, qu'on ne pourroit plus les diviser, sans les analyser, c'est-à-dire, sans détruire la nature de la substance. Je m'arrête à ce terme, et je donne à ces corpuscules que nous isolerions, si nos organes et nos instrumens étoient assez délicats, le nom de "molécules intégrantes". Il est très probable, que ces molécules sont les mêmes qui étoient suspendues dans le fluide où s'est opérée la crystallisation. Au reste, elles seront tout ce qu'on voudra. Toujours est-il vrai de dire, qu'à l'aide de ces molécules, la théorie ramène à des loix simples les différentes métamorphoses des crystaux, et parvient à des résultats qui représentent exactement ceux de la nature, ce qui est l'unique but auquel je me sois proposé d'atteindre.»(52).

Reste à définir avec précision la forme de ces molécules intégrantes que Haüy nous dit tirer de la sous-division des formes primitives "parallèlement à ses différentes faces, et quelque fois dans d'autres sens encore". En fait, ce que veut Haüy c'est «déterminer en général les trois solides géométriques les plus simples. Comme il faut au moins quatre plans pour circonscrire un espace, il est évident que les solides demandés seront successivement terminés par quatre, cinq et six plans; et en prenant, dans chaque espèce de solide, le plus simple, on aura d'abord la pyramide triangulaire ou le tétraèdre, ensuite le prisme triangulaire et enfin le parallélépipède.» Tous les cristaux sont construits avec ces trois types de figures géométriques mais «les trois formes dont il s'agit sont diversifiées dans les différents minéraux par des

mesures d'angles et par des dimensions respectives particulières que la théorie détermine; et c'est en grande partie sur ces différences qu'est fondée la distinction des espèces minérales.» (53).

Selon Haüy, nous l'avons vu, les molécules intégrantes peuvent être encore divisées, mais elles sont alors "analysées": la "nature de la substance" (le minéral et toutes ses propriétés) est alors détruite; il reste des "molécules principes" ou "molécules élémentaires". (Ainsi la décomposition du carbonate de calcium qu'est la calcite donnerait d'une part le carbonate, d'autre part le calcium.)

Un minéral apparaît donc construit sur la base de deux architectures emboîtées: avec des "molécules élémentaires" variées pour une même espèce minérale, la nature crée une "molécule intégrante" de figuration déterminée, invariable, elle, chez une même espèce. Les molécules intégrantes sont juxtaposées pour constituer une "forme primitive" dont on peut montrer, en effectuant une opération géométrique formelle, que se déduisent, par décroissement égal sur les parties semblablement situées les "ormes secondaires", elles-mêmes idéalisations des formes réellement observées dans la nature (les habitus). (54)

Pour Haüy, il est clair que "la molécule intégrante" n'est pas synonyme de "molécule chimique" au sens de Dalton et des chimistes du début du XIX^e siècle. En effet "l'atome composé" de Dalton, ou la particule d'Ampère ont une composition chimique fixe et bien déterminée. Pour Haüy, au contraire, la forme de la "molécule intégrante" «subsiste au milieu de toutes les diversités qui modifient la composition d'une substance ... Si donc il y a ici un problème à résoudre ce n'est pas celui qui consiste à expliquer comment la constance des molécules peut s'accorder avec les changemens qui interviennent dans la composition, mais celui dont le but seroit de concilier ces changemens eux-mêmes avec l'immutabilité que l'on ne peut se dispenser d'accorder à la forme des molécules.» (55,56,57).

La constance des angles dièdres n'est pas non plus à elle seule spécifique de la substance. «On en sera moins surpris, si l'on considère que ces noyaux sont composés en dernier ressort de molécules élémentaires, et qu'il est possible qu'une même forme de noyau soit produite, dans une première espèce, par tels élémens, et dans une seconde espèce, par tels autres élémens combinés d'une manière différente, comme nous voyons des molécules intégrantes, les unes cubiques, les autres tétraèdres, produire des formes secondaires semblables, en vertu de diverses loix de décroissement.» (58).

Ampère va s'inspirer de la science des cristaux d'Haüy en regardant les "formes primitives" des cristaux comme "les formes représentatives" des particules les plus simples. «On doit considérer une particule comme l'assemblage d'un nombre déterminé de molécules dans une situation déterminée, renfermant entre elles un espace incomparablement plus grand que le volume des molécules; et pour que cet espace ait trois dimensions comparables entre elles, il faut qu'une particule réunisse au moins quatre molécules. Pour exprimer la situation respective des molécules dans une particule, il faut concevoir par les centres de gravité de ces molécules,

auxquels on peut les supposer réduites, des plans situés de manière à laisser d'un même côté toutes les molécules qui se trouvent hors de chaque plan. En supposant qu'aucune molécule ne soit renfermée dans l'espace compris entre ces plans, cet espace sera un polyèdre dont chaque molécule occupera un sommet, et il suffira de nommer ce polyèdre pour exprimer la situation respective des molécules dont se compose une particule. Je donnerai à ce polyèdre le nom de forme représentative de la particule.» (59).

Nous voyons qu'ici le concept de particule se différencie du concept de la molécule cristallographique de Haüy en ce sens qu'une particule est composée d'un nombre précis et obligatoirement petit de "molécules élémentaires" et que ce nombre définit à lui seul le nombre de sommets des polyèdres réguliers simples qui constituent la forme représentative de chaque particule simple ou composée.

Dans les ouvrages d'Haüy, Ampère trouve «des conjectures, mais seulement des conjectures, pour la détermination des formes représentatives.» Ainsi poursuit-il: &Si nous considérons maintenant les formes primitives des cristaux reconnues par les minéralogistes et que nous les regardions comme les formes représentatives des particules les plus simples, en admettant dans ces particules autant de molécules que les formes correspondantes ont de sommets, nous trouverons qu'elles sont au nombre de cinq; le tétraèdre, l'octaèdre, le parallélépipède, le prisme hexaèdre et le dodécaèdre rhomboïdal.» (60).

Il part effectivement des six formes primitives de la cristallographie d'Haüy mais en ne gardant qu'un seul des deux dodécaèdres.

Les "particules" d'Ampère acquièrent une identité physique et chimique beaucoup plus marquée que les "molécules intégrantes" de Haüy. Ces dernières étaient déjà supposées disséminées dans le solvant avant la cristallisation, de façon homogène, tout comme elles se trouvaient "dissoute" dans le calorique à l'état gazeux (61). Il n'est pas surprenant de voir Ampère supposer alors tout naturellement que la forme géométrique de la particule de n'importe quel corps simple ou composé se conserve lors des changements d'états. «Je suis parti pour cela, de la supposition que dans le cas où les corps passent à l'état de gaz leurs particules seules soient séparées et écartées les unes des autres par la force expansive du calorique à des distances beaucoup plus grandes que celles ou les forces d'affinité et de cohésion ont une action appréciable.» (62).

b) Les lois volumétriques de Gay-Lussac à l'état gazeux: critère d'intelligibilité pour Ampère

Il est primordial pour Ampère de trouver le moyen de vérifier ses hypothèses concernant la forme géométrique des particules, déduite de la cristallographie d' Haüy. Or, des trois états de la matière c'est incontestablement l'état gazeux qui obéit aux lois expérimentales les plus simples. Les gaz suivent tous la loi de Mariotte; ils ont le même degré d'expansion pour la

chaleur (63); ils devraient avoir aussi la même capacité pour la chaleur: c'est ce que Gay-Lussac cherche à mettre en évidence (64). De plus, les mélanges de gaz sont homogènes et s'effectuent sans changement de volume (65); et surtout, lorsque les "corps réagissants" et les corps formés, sont sous forme gazeuse, les réactions chimiques se font selon une loi volumétrique particulièrement simple (66).

C'est cette dernière loi, dit Ampère, «importante découverte de M. Gay-Lussac sur les proportions simples qu'on observe entre les volumes d'un gaz composé et ceux des gaz composans qui m'a fait naître l'idée d'une théorie qui explique non seulement les faits découverts par cet habile chimiste et les faits analogues observés depuis, mais qui peut encore s'appliquer à la détermination des proportions d'un grand nombre d'autres composés qui,dans les circonstances ordinaires n'affectent point l'état gazeux.» (67).

Inspiré par Laplace, Ampère a déjà admis, dans un précédent article, que les attractions et répulsions particulaires à l'état gazeux n'ont plus aucune action sur la distance inter-particulaire, car «la distance à laquelle se trouvent les particules est plus grande que celle où leurs forces propres cessent d'avoir une action appréciable. L'équilibre qui détermine cette distance n'a donc plus lieu sensiblement qu'entre deux forces: la pression et la répulsion produite par le calorique.» 68).

Cette force expansive qui est la même à une température et pression données pour tous les gaz, écarte également leurs particules ainsi dans les mêmes conditions de température et de pression «les particules de tous les gaz, soit simples, soit composées, sont placées à la même distance les unes des autres. Le nombre des particules est dans cette supposition, proportionnel au volume des gaz.» (69).

Avogadro en 1811, comme le remarque d'ailleurs Ampère, avait été amené à faire la même hypothèse en partant lui aussi de la loi des combinaisons volumétriques de Gay-Lussac : «l'hypothèse qui se présente la première à cet égard et qui me paraît même la seule admissible est de supposer que le nombre des "molécules intégrantes" dans les gaz quelconques est toujours le même à volume égal ou est toujours proportionnel aux volumes.» (70). Cette hypothèse ou loi d'Avogadro-Ampère mettra plus de cinquante ans pour être définitivement acceptée. (71).

Dalton dès 1801, en supposant les "atomes" de même volume, formule lui aussi cette hypothèse pour l'abandonner en 1803 lorsque, dans sa seconde théorie des mélanges de gaz, il est amené à postuler des volumes différents pour chaque sorte d'atome. Puisque les atomes des différents gaz ont des poids et des tailles différents et que leur "sphère de calorique" se touche, il ne peut y avoir le même nombre d'atomes dans l'unité de volume (72).

Cependant, dès 1810, Dalton écrit: «De fait, les idées de Gay-Lussac sur les mesures sont analogues aux miennes sur les atomes, s'il pouvait être prouvé que tous les fluides élastiques ont le même nombre d'atomes dans le même volume ou des nombres qui sont comme 1, 2, 3 etc. les deux hypothèses seraient les mêmes.» (73)

Dalton et Berzélius, qui raisonnent sur des atomes insécables, n'ont aucun motif de penser que les volumes de tous les gaz simples ou composés comprennent le même nombre d'atomes. Pour la réaction de formation de l'eau par exemple ils écrivent: (74).

Expérimentalement, le fait de trouver que deux volumes d'hydrogène réagissent avec un seul volume d'oxygène pour donner deux volumes de vapeur d'eau semble indiquer, au contraire, que des volumes égaux de gaz simples ou composés ne contiennent pas le même nombre d'atomes. (Berzélius conjecture néanmoins que pour les gaz élémentaires, le rapport entre les volumes et les nombres d'atomes est de un à un.)

Pour Ampère et pour Avogadro, la loi volumétrique de Gay-Lussac, tout comme celle de Boyle-Mariotte devient de fait une preuve expérimentale de plus en faveur de leur hypothèse parce qu'ils raisonnent sur la molécule physique ("particule" pour Ampère "molécule intégrante" pour Avogadro) susceptible de se diviser lors des réactions chimiques : (75).

Cette hypothèse une fois admise, il va de soi qu'«il suffira de connaître les volumes à l'état de gaz d'un corps composé et de ses composans, pour savoir combien une particule du corps composé contient de particules ou de portions de particules des deux composans.» (76), comme le reconnaît Ampère.

Si la combinaison à l'état gazeux se fait avec la moitié de chaque composant en volume, une particule ainsi formée comportera une demi-particule de chacun des gaz composants. C'est le cas du gaz nitreux.

Si la combinaison se fait avec des volumes des deux gaz composants égaux au sien alors une particule du gaz résultant sera formée par la réunion d'une particule de chaque gaz composant.

Si la combinaison se fait avec un égal volume de l'un des composants et la moitié du volume de l'autre, alors le gaz résultant aura une de ses particules composée d'une particule entière du premier gaz et de la moitié d'une particule du second. C'est le cas de l'eau ... et ainsi de suite ... (77) Ampère fait, de plus, l'hypothèse que les gaz usuels; oxygène, azote, hydrogène ont les particules tétraédriques puisqu'il "faut qu'une particule réunisse au moins quatre molécules" Les autres molécules s'en déduisent alors de proche en proche :

«Nous en conclurons que les particules du gaz nitreux sont aussi composées de quatre molécules, deux d'oxigène et deux d'azote ..celles de la vapeur d'eau, de six molécules, quatre d'hydrogène et deux d'oxigène ..» (78).

Ainsi nous voyons qu'Ampère a trouvé dans les résultats expérimentaux de Gay-Lussac un moyen pour déterminer les particules des corps composés à partir de particules (ou de portions de particules) des corps constituants grâce à la supposition "que le nombre des particules est proportionnel au volume des gaz" (79).

Pour Ampère «quelles que soient les raisons théoriques qui me semblent ... appuyer (cette supposition), on peut ne la considérer que comme une hypothèse; mais en comparant les conséquences qui en sont une suite nécessaire avec les phénomènes ou les propriétés que nous observons si elle s'accorde avec tous les résultats connus de l'expérience; si l'on en déduit des conséquences qui se trouvent confirmées par des expériences ultérieures, elle pourra acquérir un degré de probabilité qui approchera de ce qu'on nomme en physique la certitude.» (80).

Ainsi le statut épistémologique de l'hypothèse chez Ampère est-il conforme aux vues des physiciens et chimistes de la Société d'Arcueil. Comme eux, Ampère mêle l'hypothèse aux faits: les phénomènes donnent l'intuition de la réalité physique qui leur est sous-jacente et suggèrent une hypothèse dont les conséquences doivent être soumises à l'épreuve des faits. (81).

J.J.Ampère nous fait connaître la position de son père à ce sujet: «or, pour mon père et, je le crois pour le genre humain, il n'y a point, dans tout ce qui n'est pas d'intuition immédiate, de plus grande certitude que celle qui repose sur l'évidence d'une hypothèse démontrée. La démonstration si elle est suffisante, élève une hypothèse au rang d'une vérité ...» (82).

Et Ampère ne va pas manquer d'utiliser les nombreux résultats des réactions chimiques accumulés dans les laboratoires de l'époque pour essayer de "démontrer" son hypothèse.

C) La construction géométrique : clef de la combinaison chimique

Mais l'explication du phénomène lui même, la connaissance des causes de la combinaison chimique, Ampère se doit de nous la donner aussi.

La clef de la combinaison chimique se trouve dans la possibilité de superposition de ces figures géométriques: «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" (83).

Si les formes représentatives résultantes de la réunion de plusieurs tétraèdres et plusieurs octaèdres ne sont pas régulières, elles doivent être "rejetées"; l'expérience montre d'ailleurs «que les proportions qu'elles supposent dans les compositions chimiques, ne se rencontrent pas dans la nature.» (84).

Ampère passe en revue la façon dont les polyèdres de base peuvent se réunir géométriquement pour donner d'autres polyèdres composés réguliers. Ce qui aboutit à un tableau et une planche de vingt trois polyèdres.

Ce long développement de constructions purement géométriques d'Ampère échappe cependant à un quelconque caractère platonicien du fait que les formes des particules de base sont prises dans la cristallographie d'Haüy: formes qui "existent réellement dans la Nature". Dès lors, Ampère ne se situe pas dans le monde "intelligible" mais bien dans le monde "sensible".

Dans la théorie d'Ampère, la combinaison chimique des corps est due à la "superposition" des particules et à la "juxtaposition" des molécules élémentaires qui constituent ces particules. Ainsi, par l'un et l'autre de ses caractères, cette théorie peut être tout autant rapprochée de la théorie dynamiste que de la théorie corpusculaire de la composition chimique. A cette époque, la théorie dynamiste «suppose que les éléments, au moment de leur combinaison chimique, se pénètrent mutuellement, et que la neutralisation de leurs propriétés chimiques, qui est le plus souvent le résultat de leur réunion, consiste dans cette "pénétration" mutuelle.» A l'opposé, «l'idée d'atomes repousse celle d'une pénétration mutuelle des corps et dans la théorie corpusculaire de la matière, l'union consiste dans la "juxta-position" des atomes, laquelle dépend d'une force qui produit la combinaison chimique.» (85)

Ainsi la théorie d'Ampère constitue un dépassement des caractères propres à chacune de ces théories et est profondément originale.

2°) - Opérationalité de la théorie d'Ampère

Pour garantir l'opérationalité de sa théorie, Ampère n'hésite pas, comme tous les théoriciens du temps, à utiliser des règles efficaces: par exemple, la règle de simplicité, ou le raisonnement par analogie. En ce qui concerne la première règle, nous avons vu qu'Ampère choisit la figure géométrique la plus simple, le tétraèdre, pour décrire les gaz usuels, quitte à l'abandonner dès qu'elle est contredite par l'expérience (86) comme c'est le cas pour le chlore par exemple: «on est amené nécessairement pour rendre raison des phénomènes que présentent ce gaz dans ses diverses combinaisons d'admettre huit molécules dans chacune de ses particules» (87). Quant au raisonnement par analogie, il est largement utilisé par Ampère lorsqu'il s'inspire des formes représentatives découvertes par les minéralogistes, pour choisir les formes représentatives des particules de substances inconnues à l'état solide.

L'opérationalité de la théorie d'Ampère va devenir effective dans les trois sortes de problèmes qui sont posés à l'atomisme naissant (88). Il faut déterminer: premièrement les formules chimiques des composés (le nombre et le type d'atomes dans chaque molécule) deuxièmement, les poids atomiques, et troisièmement les proportions des éléments en poids dans les combinaisons chimiques; seuls ces deux derniers sont déductibles des travaux de laboratoire. En fixant arbitrairement une des deux premières inconnues, l'autre se trouve déterminée. Ampère va contribuer à relier entre eux ces trois types de problèmes, lesquels restent relativement indépendants pour ses contemporains.

A) La formule chimique des composés

Comme nous le savons, Dalton, le premier, avait essayé de résoudre le problème en posant ses règles a priori bien connues pour guider l'investigation: la priorité donnée aux composés binaires. Il trouvait une justification à cela dans le cadre de sa propre théorie (89).

Ampère va plus loin que Dalton dans ce domaine en nous montrant que sa théorie est à la fois interprétative et prédictive. «Si l'on essaie par exemple, de combiner des tétraèdres et des octaèdres, de manière que le nombre des premiers soit la moitié de celui des second, on ne trouve que des formes bizarres ... on doit en conclure qu'un corps A dont les particules ont pour forme représentative des tétraèdres, et un corps B dont les particules sont représentées par des octaèdres ne s'uniront pas de manière qu'il y ait dans la combinaison une proportion de A et deux proportions de B; cette combinaison sera facile au contraire, entre deux proportions de A et une de B, puisque deux tétraèdres et un octaèdre forment par leur réunion un dodécaèdre.» (90).

Plus loin il affirme que: «... la considération des formes représentatives fait prévoir dans beaucoup de cas, combien dans un corps composé, il doit entrer de "molécules" de chacun de ses élémens et conduit même à établir entre les combinaisons de deux corps simples avec tous les autres, une dépendance telle que les combinaisons d'un de ces corps étant connues on peut prévoir celles de l'autre.» Ainsi, poursuit-il, «une même quantité d'un corps susceptible de s'unir à l'hydrogène s'y combine de manière qu'il y a en général dans chacune des particules du composé, quatre molécules d'hydrogène de plus qu'il n'y a de molécules d'oxigène dans la combinaison correspondante du même corps avec ce dernier gaz. on trouve six molécules d'hydrogène quand il y en a deux d'oxigène et huit quand il y en a quatre.»(91).

Nous constatons que les constructions géométriques d'Ampère ont l'opérationalité qu'aura le concept de valence, beaucoup plus tard, dans la construction des molécules. Nous constatons aussi que ces constructions géométriques et la nécessité d'obtenir des polyèdres réguliers introduisent des modes de raisonnement qui font penser à ceux auxquels on a recours lorsqu'on utilise la théorie des groupes dans la physique moderne.

B) Les poids atomiques

C'est ce qu'Ampère appelle "les poids respectifs des molécules de tous les corps simples".

«La condition, à laquelle il faut satisfaire, que tous les nombres de molécules qu'on obtient correspondent à des polyèdres compris dans le tableau précédent ... il devient facile alors de calculer les poids respectifs des molécules de tous les corps simples.»

L'accès aux "poids respectifs" des molécules de corps simples ou "poids atomiques" au sens de Dalton et Berzélius est possible, dans certains cas grâce à sa théorie géométrique, ce

qui entraîne bien sûr une élucidation des "formules chimiques" par voie de conséquence, et «une fois ces poids déterminés il suffit d'avoir une analyse approchée d'un corps composé pour savoir combien ses particules doivent contenir de molécules de chacun de ses élémens et corriger ainsi les erreurs inévitables de l'analyse.» (92).

C) Les proportions définies et multiples et les proportions variables dans les composés

Contrairement au système de Berthollet, celui d'Ampère permet d'interpréter les lois des proportions définies et multiples; mais il peut aussi prendre en compte les réactions mettant en jeu des proportions variables, ce que montre Ampère.

Il existe des cas, particulièrement celui de la formation de l'acide nitreux à partir de l'oxyde d'azote et du gaz nitreux qui sont conformes aux vues de Berthollet.

La condensation n'aura lieu «complètement que quand l'oxigène étant introduit par petites portions dans le gaz nitreux, [alors] les octaèdres, ... à mesure qu'ils se formeront, rencontreront un excès de tétraèdres de gaz nitreux avec lesquels ils puissent se combiner. Si on introduisait au contraire, le gaz nitreux dans l'oxigène, une partie de ces octaèdres pourraient rester isolés, et il en résulterait des combinaisons et des condensations en proportions variables.» (93)

Ainsi Ampère semble admettre le résultat suivant: les proportions des corps réagissant sur le composé obtenu dépendent des conditions expérimentales, selon que l'on met le corps A progressivement dans un excès du corps B, ou réciproquement.

D) L'expérience qui illustre la théorie

La formation du chlorure d'ammonium composé solide à partir de ses deux composants gazeux l'ammoniac et *"l'acide muriatique"* est pour Ampère une réaction privilégiée puisqu'elle permet, au sens propre du terme de *"visualiser"* sa théorie.

En effet "le gaz muriatique", notre acide chlorhydrique, dont la forme représentative est un octaèdre s'unit à un égal volume de gaz ammoniac dont la forme représentative est un cube. Les particules du sel ainsi formé doivent avoir pour forme représentative un dodécaèdre rhomboïdal et «cette forme est en effet une de celles qui appartiennent au système de cristallisation du sel ammoniac.» (94).

E) La théorie qui "corrige" l'expérience

Ampère est amené par sa théorie à corriger les résultats expérimentaux de Davy, malgré la grande estime qu'il lui porte (95).

«La composition du gaz formé par l'union de l'oxigène et du chlore que S.H.Davy a découvert et nommé euchlorine, est une des plus remarquables par les proportions en volumes de ses deux composans. D'après l'analyse qu'il en a faite cinq volumes du gaz qu'il a soumis à l'expérience ont donné en se décomposant par la chaleur, deux volumes d'oxigène et quatre de chlore.» (96). Or ces résultats sont incompatibles avec la composition des particules d'euchlorine qui, selon Ampère, ont pour «forme représentative un cube composé de deux molécules d'oxigène et de six de chlore.» (97).

Ampère suppose donc que sur «les cinq volumes soumis à l'expérience, il n'y en avait que quatre d'un gaz réellement composé d'oxigène et de chlore» (98).

Ampère trouve que ces résultats expérimentaux une fois corrigés rendent compte de sa théorie en admettant d'autre part «que les tétraèdres du chlore au lieu de se séparer comme les tétraèdres de l'oxigène, de l'hydrogène et de l'azote restent combinés deux à deux (parallélépipède) dans chaque particule de chlore.» (99).

Ainsi Ampère rectifie ici les résultats de manière plausible et astucieuse en cherchant une cause systématique d'erreur afin qu'ils s'accordent avec sa théorie; alors que précédemment il pouvait préciser des résultats expérimentaux approchés.

Comme s'il voulait convaincre son lecteur de la complétude de sa théorie, Ampère clôt son illustration de la fécondité du modèle en ces termes: «les résultats que je viens d'indiquer ne font qu'une très petite partie de ceux qu'on peut déduire de la considération des formes représentatives des particules des corps appliqués à la détermination des proportions des composés inorganiques.» (100).

Pour rendre compte des propriétés physiques et chimiques des corps simples et des corps composés, Ampère introduit des molécules assimilables à des points matériels qui sont sources de force et leurs assemblages en polyèdres réguliers. Ces molécules et ces assemblages peuvent être rapprochés des particules élémentaires et de leurs arrangements chez Davy; à ceci près: les arrangements de particules chez Davy ne sont pas conçus avec la même rigueur que les assemblages polyédriques chez Ampère; aussi peuvent-ils mieux épouser la diversité et la complexité des situations rencontrées en chimie.

De ce rapprochement, on conçoit que la théorie de la combinaison chimique d'Ampère est aussi étrangère à l'atomisme pluraliste de Dalton que peut l'être la théorie électrochimique de Davy.

La théorie de la combinaison chimique d'Ampère, ce rêve de géomètre, ne suscita pas l'intérêt des chimistes. Plus tard nous l'avons vu J.B.Dumas résumera bien le sentiment des chimistes sur cette théorie: «tel est le sort, et cette circonstance est à remarquer, tel est le sort des systèmes d'affinité et des systèmes de groupements moléculaires, présentés par les physiciens, lors même qu'ils possèdent, comme M.Ampère, des notions exactes sur les phénomènes et les lois de la Chimie, le défaut d'habitude de la pratique de cette science se fait toujours sentir chez eux.» (101)

III - INTEGRATION DE L'OEUVRE PHYSICO-CHIMIQUE D'AMPERE DANS SA PHILOSOPHIE DES SCIENCES

Les fondements méthodologiques d'Ampère dans l'élaboration de sa démonstration de la loi de Mariotte et de sa théorie de la combinaison chimique s'éclairent lorsqu'on considère dans sa philosophie des sciences tant sa théorie des rapports que sa classification des sciences.

1°) - La théorie des rapports :

La théorie des rapports laisse dans le vague les liens entre sciences phénoménologiques et atomistiques; bien qu'elle touche au processus d'abstraction dans les connaissances humaines, elle n'aborde pas les problèmes philosophiques posés par la mathématisation en sciences physiques. Ces problèmes ne seront précisément abordés par Ampère que tardivement dans sa classification des sciences.

A) Le rôle de l'abstraction et de l'analogie dans l'élaboration de l'oeuvre physico-chimique d'A.M.Ampère

Nous avons vu que, pour rendre compte de la combinaison chimique, Ampère conçoit des édifices chimiques aux formes géométriques simples. Pour cela, il ne tient pas compte de la forme et de la taille des "molécules" ultimes dont les dimensions sont supposées négligeables par rapport aux distances qui les séparent. En outre, il élimine des forces électriques ou autres auxquelles ces molécules-points sont soumises, la raison invoquée pour ce faire peut paraître curieuse: «les forces qui produisent les phénomènes de l'électricité et de l'aimant (sont) trop peu connues pour qu'on en puisse lier par des lois générales, les effets à ceux des autres forces de la nature» (102).

Ces opérations, qui conduisent à une "idée", une "vue de l'esprit" de ce qu'est la combinaison chimique, sont, pour Ampère, des opérations d'abstraction; et, l'abstraction a chez lui un statut bien défini. «L'abstraction ne donne aucune nouvelle idée: mais par elle nous pensons isolément ce que sans elle, nous ne penserions que dans l'idée complexe. (Et, selon le commentaire de J.J.Ampère,) l'abstraction ne fournit donc à la pensée aucun élément nouveau; elle ne produit rien, ne crée rien; elle sépare, elle isole: voilà tout. On n'a jamais dit que le couteau de l'anatomiste produisit une molécule de chair ou un organe.» (103).

Serait-il pertinent de négliger ces forces parce qu'elles sont trop peu connues pour ne prendre en compte que les autres forces? La question ne se pose même pas; Ampère ne considère ni les unes, ni les autres. Toutes ces abstractions ne le conduisent pas à une nouvelle idée visant l'objet physique mais à une idée plus simple du même objet: idée qui ne garde que

des rapports spatiaux et qui de ce fait relève de la géométrie. Et puisque la complexité du réel est inépuisable, il faut bien se satisfaire d'une telle représentation pouvu que l'on puisse en prouver la pertinence. Pour cela, Ampère recourt à l'analogie. Comme les physiciens de son temps, il suppose que les mécanismes cachés de la nature sont semblables à ceux qui se manifestent à nos sens (104); cette "évidence" se fonde sur une conviction, depuis longtemps exprimée par Newton que la nature est toujours très fidèle à elle-même. Ainsi, Haüy attribue aux "molécules intégrantes" inaccessibles aux sens, des formes régulières déduites des formes observées en fragmentant les cristaux et Ampère attribue aux "particules" responsables de la combinaison chimique, des formes représentatives qu'il déduit des formes primitives découvertes par Haüy.

Les opérations d'abstraction et le recours à l'analogie ont permis de ramener les problèmes de la combinaison chimique à des problèmes de géométrie; ce sont ces mêmes procédés qui amèneront Ampère à considérer la cristallographie d' Haüy comme une partie de la géométrie lorsque, à la fin de sa vie, il construira sa classification des sciences.

En définitive, la certitude apportée par ce qui se donne à voir et l'usage d'analogie évidente, donnent à Ampère l'intime conviction de la justesse de sa théorie.

B) Les rapports

Mais les démarches intellectuelles ici mises en oeuvre ne prennent tout leur sens que dans sa théorie des rapports.

Nous avons vu que dans son oeuvre philosophique, A.M.Ampère distingue d'une part les phénomènes, modifications de notre âme "qui n'existent que dans elle, par elle": les sensations et le sentiment du moi, et, d'autre part, les noumènes ou substances "choses pensées que nous ne pouvons apercevoir immédiatement mais que nous concevons comme causes des phénomènes".

Grâce à l'intuition, nous découvrons des rapports entre les phénomènes et ces rapports contrairement aux phénomènes, nous les concevons indépendamment de nous, tout comme nous concevons également indépendamment de nous les substances.

Pour Ampère ces rapports ont un mode d'existence intermédiaire entre l'existence purement subjective des phénomènes relative à nous et aperçue par nous, et l'existence purement objective des noumènes.

Ampère distingue deux familles de rapports : ceux qui «tout en existant indépendamment de nous dès que leurs termes existent, dépendent de la nature de ces termes, et ceux qui n'en dépendent point.» (105).

Il est des rapports, en particulier les rapports de position et de nombre, qui ne dépendent pas de la nature des termes entre lesquels ils sont établis : en nous appuyant sur la théorie des rapports, nous saisissons mieux la "réduction" des combinaisons des corps en chimie à des relations entre les êtres géométriques.

En outre, cette théorie nous permet de mieux comprendre l'indépendance qu'Ampère a toujours manifestéeà l'égard des modèles de l'atomistique. Il peut concevoir sans contradiction différentes représentations de la structure intime de la matière selon les degrés d'abstraction qu'il y apporte en fonction des phénomènes dont il rend compte. Ainsi, après 1820, comme nous le verrons plus loin, il prend en compte des faits nouvellement découverts en électrolyse et en électrodynamique pour donner une représentation plus précise de la constitution des molécules et des atomes: dans cette représentation, il assimile les molécules avec leur atmosphère d'électricité statique à de "petites bouteilles de Leyde" (106). Et ceci ne l'empêche pas, en 1835, de conserver les structures géométriques des édifices moléculaires calquées sur celles de sa théorie de 1814 (107).

2°) - La place de la démonstration de la loi de Mariotte et de la théorie de la combinaison chimique d'Ampère dans sa classification des sciences

Nous rappelons que lorsqu'il établit sa classification naturelle des sciences, Ampère considère que «... les deux principaux moyens de caractériser une science ... sont d'une part, la nature des objets qu'on y étudie, de l'autre, le point de vue sous lequel on considère ces objets.» (108). En effet «il est de l'essence même de l'intelligence humaine de s'élever successivement dans l'étude d'un objet quelconque .(;ainsi:) observer ce qui est patent (c'est adopter un point de vue autoptique), découvrir ce qui est caché (,adopter un point de vue cryptoristique), établir les lois qui résultent de la comparaison des faits observés ... (un point de vue troponomique), enfin procéder à la recherche d'une inconnue plus cachée encore ... c'est-à-dire remonter aux causes des effets connus ... (un point de vue cryptologique).» (109).

Nous avons vu que, selon Ampère, les sciences mathématiques "sont celles qui n'empruntent à l'observation que les notions de grandeurs et des mesures." L'embranchement des sciences mathématiques se divise en quatre sciences dites du premier ordre qu'Ampère nomme: arithmologie, géométrie, mécanique et uranologie, chacune se divise, de même, en quatre sciences dites du troisième ordre. Les sciences physiques ont pour objet "Les propriétés inorganiques des corps et l'arrangement de ces corps dans le globe terrestre. "Parmi ces dernières, la physique générale limite son objet aux propriétés inorganiques des corps et aux phénomènes qu'ils présentent considérés en général, indépendamment des lieux et du temps. Les quatre points de vue sous lesquels un même objet peut être considéré conduit à séparer la physique générale en quatre sciences: physique expérimentale, chimie, stéréonomie (science qui établit les lois des phénomènes et les vérités qui s'en déduisent par le calcul) et atomologie.

Cette dernière s'attache aux causes cachées des phénomènes lesquelles résident dans les forces que des particules pondérables ou impondérables exercent les unes sur les autres. (110)

Dans sa démonstration de la relation de Mariotte, Ampère se propose "d'appliquer le calcul aux sciences physiques". L'objet de son étude: "une propriété des gaz permanents", appartient aux sciences physiques. Il est évident que la relation de Mariotte, obtenue en physique expérimentale, trouve sa place dans la stéréonomie et que l'interprétation qu'en donne Ampère a un caractère "cryptologique" qui la rattache à l'atomologie. Cependant les abstractions faites sur les particules composant les gaz permanents les réduisent à n'être que des objets mathématiques; puisque leur représentation ne prend en considération que leurs qualités premières: nombre, étendue, mouvement et forces. Aussi ce mémoire d'Ampère peut-il être situé dans cette subdivision quadripartite de la mécanique ayant un caractère cryptologique: la mécanique moléculaire, science dont une partie des modes de raisonnement sont empruntés à la géométrie et à la théorie des fonctions, en arithmologie.

L'étude de la combinaison chimique des corps appartient à la chimie. Dans la classification des sciences, la chimie est une science de caractère cryptoristique qui appartient à la physique générale. «... Alors si l'on va chercher dans les corps les éléments dont ils se composent et les proportions dans lesquelles ces éléments sont combinés, toutes les vérités résultant de cette étude composeront une ... science ..., déjà connue sous le nom de chimie. Elle doit être placée à la suite de la physique expérimentale, qui lui prête la connaissance de propriétés auxquelles la chimie a recours à chaque instant, tandis qu'elle n'a rien à emprunter, si ce n'est des corps tout préparés, sans que le physicien ait à s'enquérir de la manière dont ils l'ont été.»(111)

Cependant dans cette étude, Ampère ne prend en compte que certaines qualités premières des substances chimiques; il n'est question que des quantités ou "des proportions fixes dans lesquelles les corps se combinent", la géométrie suffit à en rendre compte car les proportions fixes et la loi des volumes sont expliquées simplement par le fait que des polyèdres individuels réguliers de corps différents nécessitent pour se "combiner" deux à deux un nombre de sommets et de côtés bien déterminés aboutissant à une forme géométrique composante régulière aussi.

Ainsi Ampère ramène-t-il l'étude de la combinaison chimique à une branche de la géométrie qui a pour objet les polyèdres réguliers. Dans sa classification des sciences, Ampère fait une division quadripartite de la géométrie, il peut alors assimiler cette science des polyèdres réguliers à la subdivision dont le caractère est cryptologique, laquelle est toute entière dans la cristallographie d'Haüy et qui est la géométrie moléculaire «cette science, qui a pour objet la détermination de ce qu'on nomme formes primitives dans les corps susceptibles de cristalliser, d'après les formes secondaires données par l'observation, ou, réciproquement, d'expliquer l'existence des formes secondaires quand on connaît les primitives, est connue sous le nom de cristallographie. Il suffit d'ouvrir l'ouvrage où elle a été exposée par le grand physicien qui l'a

créée, pour s'assurer qu'elle est purement mathématique, et que tout s'y borne à combiner des figures polyédriques de manière à en produire d'autres. J'ai cru devoir lui donner le nom de géométrie moléculaire, qui me semble exprimer d'une manière plus précise son objet, et sa liaison intime avec les sciences dont je viens de parler.»(112)

Il y a dans la théorie de la combinaison chimique d'Ampère, comme dans la cristallographie d'Haüy, des considérations qui ne sont pas réductibles à la géométrie. En effet, les divers éléments qui concourent à la connaissance d'un même sujet n'appartiennent pas nécessairement à une même science, ainsi par exemple: «il appartient à la chimie, et non à la minéralogie, de chercher de combien d'atomes d'oxygène et de silicium l'acide silicique est composé; de dire que sa forme primitive est un rhomboïde, dont les angles dièdres sont de 94°24' et de 85°36'; que c'est cet acide que l'on nomme quartz, etc., tout en laissant, d'une part, à la géométrie moléculaire le soin d'expliquer les diverses formes secondaires qui peuvent résulter de cette forme primitive, et, de l'autre, à la minéralogie celui de décrire les différentes variétés de quartz, et les divers terrains où elles se rencontrent, suivant que le quartz est cristallisé, limpide ou coloré, ou qu'il est amorphe en masse solide, ou sous forme de sable.» (113).

Les processus d'abstraction opérés par Ampère lui permettent de ne pas être arrêté par la méconnaissance des forces d'affinité chimique. Seule, la connaissance de ces forces permettrait de rendre compte de la disposition géométrique des molécules dans la particule intégrante par les voies de l'analyse mathématique, c'est-à-dire d'établir une théorie de la combinaison chimique qui soit une mécanique moléculaire.

Nous voyons que la théorie d'Ampère sur la combinaison chimique, tout comme sa démonstration de la loi de Mariotte, concerne l'atomologie dans sa classification des sciences. Cependant l'idéal visé par l'atomologie n'est pas complètement atteint. Ampère se devrait d' «atteindre la valeur et le mode d'action des forces moléculaires ... (afin de déterminer), à l'aide du calcul (les) diverses valeurs que doivent prendre dans cette hypothèse, les qualités des corps à mesure que varient les circonstances dont elles dépendent ...» (114)

On ne peut mieux décrire et en moins de mots ce qui fut l'idéal explicatif, en physique et en chimie, des membres de la société d'Arcueil; on ne peut mieux affirmer son adhésion à cet idéal, et ceci, à une époque où cet idéal a été le plus souvent abandonné.

Ampère termine cette partie de son exposé en ces termes. «La physique expérimentale n'est-elle pas le point de vue autoptique; la chimie, le point de vue cryptoristique? Le point de vue troponomique ne s'offre-t-il pas dans les changement de valeur qu'observe la physique mathématique, et dans les lois qu'elle en déduit, aussi évidemment que le point de vue cryptologique dans la recherche des causes cachées, qui est le but de l'atomologie?» (115).

Soulignons qu'Ampère fait en physique générale élémentaire la distinction entre la physique expérimentale et la chimie mais qu'il ne reprend pas cette distinction en physique mathématique où il considère que les phénomènes physiques et chimiques peuvent être également approchés selon les points de vue troponomique et cryptologique, donc que les uns et les autres se rangent dans la stéréonomie ou dans l'atomologie. En l'absence d'une distinction entre physique et chimie en physique mathématique, il n'est pas possible de parler de l'application des méthodes de la physique à la chimie. Ainsi, par exemple, l'interprétation atomistique de la capillarité ou de la combinaison chimique pose des problèmes de même nature, même si l'interprétation de la capillarité est moins complexe que celle de la combinaison chimique.

Seules, la connaissance des affinités et la possession des moyens du calcul, permettraient de rendre compte des propriétés que présentent les substances chimiques et des lois générales de la chimie. C'est à défaut de posséder une telle science qu'il faut, au terme d'une série d'abstraction portant sur les qualités des substances chimiques, donc au prix d'un appauvrissement du réel, inclure la théorie de la combinaison chimique dans la géométrie moléculaire.

Cet aperçu sur la chimie qui reste à élaborer, a peut-être permis à Ampère de relativiser de manière rétrospective sa contribution à une théorie qui n'est que géométrique de la combinaison chimique dans l'édification de la *chimie*. Le chemin serait long qui conduirait à l'élaboration d'une *atomologie* chimique: dans la "lettre à Berthollet", Ampère ne peut prendre en compte ni les circonstances de l'action chimique des substances ni les propriétés de ces substances.

CHAPITRE 3

La classification des corps simples.

Dans la première moitié du XVIII^e siècle on connaissait seulement quatorze éléments: les sept métaux connus depuis l'antiquité, le soufre et le carbone ainsi que l'arsenic, l'antimoine et le bismuth, découverts vers la fin du moyen âge et plus tard le zinc et le phosphore.

La situation commence à changer dans la deuxième moitié du XVIIIe siècle avec les débuts de l'analyse chimique. Lavoisier cite dans sa "table des corps simples" en 1789, vingt trois éléments, sauf les terres. Dalton dans son ouvrage "New system of chemical philosophy" donne une liste de trente-six éléments.

Jusqu'au milieu du XIX^e il n'existe pas de délimitation nette entre la notion "d'élément" et celle "de corps simple" et il faudra attendre le Congrès international des chimistes, à Karlsruhe, pour clarifier les deux définitions.

Les historiens des sciences ne retiennent généralement pas les travaux d'A.M.Ampère comme ayant préparé la classification périodique des éléments, ils soulignent plutôt ceux de Döbereiner (1817) et sa découverte des "triades" et inventorient les systèmes de Dumas, Gmelin, Kremers, Gladstone, Odling, Lenssen, Newlands, Hinrichs, Beguyer de Chancourtois et enfin Lothar Meyer, le rival direct de Mendéléev. (1)

La classification des cinquante corps simples d'Ampère nous apparaît pourtant avoir grandement contribué à poser des bases solides aux travaux ultérieurs.

I - CONSIDERATIONS GENERALES

Depuis le XVIIIe siècle, l'accumulation des connaissances rend nécessaire l'établissement de "systèmes" et de "méthodes" qui facilitent l'étude des "productions de la Nature". D'illustres naturalistes tel Buffon, Haüy ... se sont exercés à construire des classifications des objets de la nature dans diverses disciplines: zoologie, botanique, minéralogie ... (2) Ampère y travaille à son tour dans un domaine, la chimie, où le nombre des corps simples ne cesse de croître: «chaque fois qu'on a découvert un nouveau corps simple on a un terme de comparaison de plus, de nouveaux rapports ont été observés; il a fallu tantôt restreindre et tantôt généraliser les premières vues des créateurs de la chimie moderne, et le besoin de ranger les corps simples dans un ordre qui en rendît plus sensibles les rapports mutuels et facilitât l'étude de leurs propriétés s'est fait de plus en plus sentir.» (3)

Ces corps simples peuvent être aisément différenciés depuis qu'avec Lavoisier, «il fut reconnu qu'on devait considérer comme simples tous les corps qu'on n'avait point encore pu décomposer.» (4) Quarante huit corps ont été répertoriés à l'époque, il faut vérifier qu'il sont bien indécomposables et, d'abord, déterminer toutes leurs propriétés tant physiques que chimiques. Les propriétés physiques qui s'obtiennent au premier coup d'oeil (couleur, état physique, odeur, forme cristalline, etc...) doivent être associées aux propriétés chimiques qui, pour être découvertes, exigent une démarche expérimentale construite, démarche à laquelle s'emploient les plus illustres chimistes: «la réduction du fer par l'hydrogène aux mêmes

températures où il décompose l'eau a été constatée par les expériences de M. Gay-Lussac... L'action du gaz ammoniacal sur le fer et le cuivre observée par M. Thénard ...»(5)

Le classement naturel de tous les corps simples, une fois inventoriées toutes les propriétés connues de chacun d'eux, nécessite non seulement de trouver le nombre exact d'éléments à rassembler dans un même groupe, mais aussi de maintenir une sorte de continuité d'un groupe à l'autre en trouvant des éléments intermédiaires qui en facilitent le passage. Pour classer les corps simples, Ampère commence par montrer les insuffisances des essais de classification antérieure: «la première source des classifications artificielles dont on s'est servi jusqu'à présent me paraît être dans l'ancienne distinction des métaux et des corps non métalliques.» (6) La difficulté qui empêche cette division d'être vraiment "naturelle" «vient en partie de ce que l'on a rangé dans l'une quelques substances qui auraient dû l'être dans l'autre. Ces substances sont le silicium, le tellure et l'arsenic.» (7) Ampère supprime donc ces trois éléments de la classe des métaux et essaye de trouver «un caractère qui distingue dans tous les cas les métaux des corps non métalliques» ce que les classifications antérieures n'avaient pas réussi à déterminer.

On ne peut plus retenir comme caractère distinctif le fait que les métaux sont durs, plus lourds que l'eau, pourvus de l'éclat métallique, ni qu'ils "produisent des bases salifiables en s'unissant à l'oxigène", puisque plusieurs métaux récemment découverts ne possèdent pas ces propriétés. (8)

Un autre essai antérieur de classification a été de considérer le «caractère tiré des divers degrés d'affinité pour l'oxigène (celui-ci) a plus contribué encore à faire établir entre les corps, et surtout entre les métaux des rapprochements désavoués par la nature.» (9) Ampère critique aussi le fait qu'on ait «voulu ranger tous les corps simples en deux classes indépendantes l'une de l'autre, sous les noms de combustibles et de soutiens de la combustion. Cette division a eu le même inconvénient que celle des métaux et des corps non métalliques en faisant méconnaître les analogies des corps qu'elle place dans des classes différentes. Cet inconvénient a été même plus nuisible à la théorie de la chimie, en ce qu'il a porté à méconnaître des analogies bien plus complètes et plus frappantes que celles que la séparation des métaux et des autres corps simples avait fait négliger.» (10) Ce qu'Ampère reproche, en définitive, de plus important à toutes ces classifications plus ou moins "artificielles", c'est «qu'il est aisé d'être induit en erreur et de donner trop d'importance à certaines analogies, lorsqu'on commence par établir entre les corps qu'on se propose de classer des divisions générales fondées sur un seul caractère.» (11)

Au contraire, poursuit Ampère: «en comparant toutes les propriétés que présentent ces substances, on trouve qu'elles forment un système dans lequel chaque corps tient de part et d'autre à des corps voisins par des analogies telles qu'on ne saurait établir nulle part la séparation complète qu'exigerait la réduction du système en une seule série, en sorte qu'il faut se le représenter comme une sorte de cercle dans lequel deux corps placés aux deux extrémités

de la chaîne formée par tous les autres, se rapprochent et s'unissent mutuellement par des caractères communs.»(12)

II - DIVISION DES CORPS SIMPLES EN "GENRES"

1°) Degré d'importance des caractères

Pour diviser les corps simples en genres formés par l'ensemble de leurs propriétés, Ampère va s'inspirer des travaux des plus illustres naturalistes inventeurs des "méthodes naturelles de classification": «il est généralement reconnu aujourd'hui que ces principes sont ceux qu'on doit suivre dans tout travail du même genre, quels que soient les objets qu'on se propose de classer.» (13)

Ampère considère que la classification d'Antoine Laurent Jussieu "est vraiment naturelle" en ce sens qu'elle ne retient non plus un ou plusieurs facteurs, mais des relations, relativement stables, entre eux: «le nombre, la proportion des étamines peuvent varier, ainsi que la forme, la substance et le nombre des tiges du pistil ... Ces deux parties donnent séparement beaucoup de caractères, mais celui qui résulte de leur considération respective est le seul uniforme dans les familles connues, le seul par conséquent qui puisse être admis: ce caractère est la situation des étamines par rapport au pistil, au autrement, l'insertion des étamines...» (14)

Les naturalistes ont d'abord rassemblé toutes les "espèces connues" pour les classer dans un premier temps en "genres". En réunissant ensuite "les genres qui ont entre eux des analogies plus marquées et plus importantes" ils ont formé les "familles naturelles" et ces familles ont nécessité d'être regroupées en classes.

C'est ce qu'Ampère compte faire avec les corps simples tout en remarquant que ceux-ci «sont mieux connus et bien moins nombreux que les genres des plantes...» la division en genres (analogue aux familles des végétaux et des animaux) devrait suffire à leur classement.

Cependant une difficulté inhérente au classement des corps simples réside dans le fait que «nous manquons presque entièrement des rapprochements préliminaires dont nous devrions tirer les mêmes secours que les inventeurs des méthodes naturelles ont trouvés dans les premiers essais des naturalistes qui les avaient précédés.» (15) La première chose à faire est «d'examiner le degré d'importance de quelques-unes des propriétés de ces corps qui se présentent les premières lorsqu'on cherche des caractères propres à les classer.» (16)

Ampère s'appuie, malgré tout, sur la grande division connue avant lui entre métaux et non métaux mais en trouvant un caractère distinctif beaucoup plus général que ses prédécesseurs: les non-métaux correspondent à peu près aux corps qui «sont susceptibles de former, avec d'autres substances de la même classe, des gaz permanens qui puissent subsister sans se décomposer lorsqu'ils sont mêlés à l'air atmosphérique» (17)

Ampère les désigne par gazolytes. Dès lors, la deuxième classe comportera tous les corps simples "qui ne présentent pas cette propriété" c'est-à-dire les métaux.

La classe des *gazolytes* comprend le silicium, le bore, le carbone, l'hydrogène, l'azote, l'oxygène, le soufre, le chlore, le "phtore", l'iode, le tellure, le phosphore et l'arsenic.

Ampère justifie le choix de ce caractère qui "semble dépendre d'une circonstance peu importante" en faisant remarquer que: «quand dans une classification naturelle on assigne un caractère distinctif à une classe formée d'après l'ensemble des propriétés des corps qu'elle réunit ce n'est pas parce qu'ils offrent ce caractère qu'on les range dans cette classe, c'est au contraire le caractère qu'on choisit comme propre à les distinguer de tous les autres, parce que l'observation fait voir qu'il leur appartient exclusivement.» (18) Voilà pourquoi, le caractère qui définit les gazolytes et les sépare des métaux, est un caractère du premier ordre.

Ampère rassemble ensuite quelques propriétés concernant les métaux qui se trouvent toujours liées ensemble. Par exemple «les métaux qui se dissolvent dans les acides, qui forment toujours avec ceux qui sont sans couleur des dissolutions incolores, et dont les oxides peuvent être décomposés, sont tous fusibles à une température qui n'atteint jamais 25° du pyromètre de Wedgewood; tandis que les métaux qui forment avec les mêmes acides, du moins à certains degrés d'oxidation, des dissolutions colorées sont, sans exception, infusibles à cette température, et ne peuvent même, presque tous, passer à l'état liquide qu'à un degré de chaleur bien supérieur. Dans l'état actuel de la chimie, on peut à peine entrevoir comment la coloration des dissolutions métalliques dépend de la force de cohésion des particules des métaux, à laquelle on doit attribuer leurs différens degrés de fusibilité. Mais plus ces propriétés paraissent devoir être indépendantes l'une de l'autre, plus la coexistence constante que l'observation nous découvre entre elles devient un caractère important et un indice certain de l'analogie naturelle des corps où ces propriétés se trouvent réunies. C'est d'après cette considération que j'ai cru devoir les regarder comme des caractères du second ordre, et former les deux séries de métaux...» (19)

Ampère nomme la première série de métaux les leucolytes du grec "blanc, clair transparent" et la deuxième série chroïcolytes du grec "colore". Dans les "leucolytes" vont se retrouver les métaux alcalins et alcalino-terreux, (terminologie actuelle connue à l'époque) le sodium, potassium, barium, strontium, calcium, magnésium avec, sur les bords de la série, le plomb, l'argent, le mercure, le bismuth, le zinc, l'étain, l'antimoine qui font la transition avec les gazolytes, et sur l'autre bord, l'yttrium, le glucynium, l'aluminium, le zirconium, qui font la transition avec les chroïcolytes

Dans les *chroïcolytes* sont rassemblés les métaux de transition à plusieurs degrés d'oxydation (terminologie actuelle) le cérium, le manganèse, l'urane, le cobalt, le fer, le nickel, le cuivre, le palladium, le platine, l'or, l'iridium, le rhodium, l'asmium, le titane, le tungstène, le chrome, le molybdène, le colombium, ces quatre derniers faisant la jonction avec les

premiers gazolytes de la série le silicium et le bore. Ce qui montre bien que la classification d'Ampère est circulaire.

Ampère passe ensuite en revue les propriétés chimiques connues de tous ces corps simples, par exemple "la nature des combinaisons formées avec l'oxigène" il constate qu' «il ne faut pas s'imaginer que l'emploi de nouveaux caractères apporte de grands changemens dans la classification naturelle des corps simples; il est bien plus probable qu'à quelques exceptions près, résultant de l'impossibilité d'arriver, dans l'état actuel de la chimie, à une classification absolument parfaite, ces nouveaux caractères ne feront, en général, que confirmer l'ordre établi entre les substances simples d'après l'ensemble des propriétés que nous connaissons, ainsi qu'il est arrivé à l'égard des nouveaux caractères qu'on a reconnus dans les plantes depuis la découverte des familles naturelles. C'est même par là qu'on pourra juger jusqu'à quel point cet ordre est réellement conforme aux véritables analogies des corps simples.» (20)

2°) - Limites qui séparent chaque genre de tous les autres :

«fixer les limites qui séparent (les genres) les uns des autres ... (permet d'indiquer) ... l'ordre des genres dans le système entier de la classification, et donner ainsi le moyen de les étudier successivement dans cet ordre, afin que l'examen des propriétés qui les caractérisent mît en évidence leurs rapports mutuels de la manière la plus méthodique et la plus facile à saisir.» (21)

Dans la classe des gazolytes Ampère part, par exemple, du silicium et du bore, genre extrême de cette classe, ensuite il range dans l'ordre, les corps de la même classe qui "offrent avec eux des analogies (les) plus marquées" en remarquant que,par l'examen détaillé de leurs propriétés, le soufre se trouvera entre l'oxygène et le chlore, le tellure entre l'iode et le phosphore ou l'arsenic. le phosphore et l'arsenic termineront la série des gazolytes et précèderont immédiatement l'antimoine et l'étain, premiers représentants de la série des leucolytes. Et ainsi de suite, l'aluminium et le zirconium qui terminent la série des leucolytes précéderont immédiatement le cerium et le manganèse, premiers corps simples de la série des chroïcolytes. De la même façon, les derniers représentants de cette dernière série précèderont les éléments extrêmes des gazolytes dont nous sommes partis: le silicium et le bore.

Le mémoire d'Ampère se termine par l'énumération "des caractères qu'on peut employer pour définir les genres et les noms qui paraissent les plus convenables pour les désigner".

«Dans le choix des caractères distinctifs, j'ai préféré ceux qui étaient le plus susceptible d'être aisément constatés par l'expérience ... non comme le seul motif de réunir entre eux les corps de chaque genre, mais seulement comme un moyen de donner une idée juste des limites de ces genres ...(quitte) à les modifier si l'on venait à découvrir de nouveaux corps.» (22) Ainsi, dans l'ordre de leur classement: le bore et silicium forment le genre des borides; le carbone et l'hydrogène, le genre des anthracides; l'azote, l'oxygène et le soufre, celui des

thionides; le chlore, le phtore, et l'iode, celui des chlorides; le tellure, le phosphore et l'arsenic, celui des arsénides; l'antimoine, l'étain, et le zinc forment le genre des cassitérides; le bismuth, le mercure, l'argent, et le plomb, celui des argyrides; le sodium et le potassium, celui des téphralides; le barium, le strontium, le calcium et le magnesium, forment le genre des calcides; l'yttrium, le glucynium, l'aluminium, le zirconium, celui des zirconides, le cérium et le manganèse, le genre des cérides; l'urane, le cobalt, le fer, le nickel, et le cuivre, le genre des sidérides; le palladium, le platine, l'or, l'iridium, le rhodium, le genre des chrysides; l'osmium et le titane, le genre des titanides; et enfin, le tungstène, le chrome, le molybdène et le colombium forment le genre des chromides.

La classification d'Ampère en seize genres est une étape importante qui prépare les travaux ultérieurs. En effet nous reconnaissons, à quelques lignes près, la bonne succession dans l'ordre des familles du futur tableau périodique de Mendeleïev. La famille des métaux alcalins, (les téphralides) suivie par celle les métaux alcalino-terreux (les calcides) suivis à son tour par les métaux de transition et terres rares. Viennent ensuite la famille du bore (colonne III A), celle du carbone (colonne IV A), celle de l'azote (colonne V A), celle du chlore (VII A). Il ne manque que la famille de l'oxygène (colonne VI A) confondue avec celle de l'azote et la dernière colonne, celle des gaz rares, corps simples n'ayant pas encore été découverts à l'époque; le genre des arsenides serait à redistribuer entre les famille VA et VIA de même que l'antimoine, l'étain, le bismuth et le plomb tandis que le zinc, l'argent et le mercure devraient être introduits dans les genres suivants, correspondant aux familles des métaux de transition.

Quant à l'hydrogène, il est certes mal placé à côté du carbone, mais il a un comportement tellement à part, qu'on ne saurait reprocher à Ampère de lui avoir trouvé cette place dans "l'ordre naturel" de sa classification.

Signalons que le silicium est associé à la famille du bore, au lieu de l'être à celle du carbone qui lui est voisine; l'aluminium est "assez" mal placé, dans le genre des zirconides, alors qu'il devrait se trouver dans celui des borides.

Le grand mérite de la classification d'Ampère, réside incontestablement dans sa souplesse et son adaptabilité «Mais cette nécessité même d'étudier à fond les objets dont on s'occupe fait qu'à mesure qu'on découvre de nouveaux rapports, il faut modifier les classifications; modifications qui tendent de plus en plus à les rapprocher de la perfection, à laquelle elles ne pourraient parvenir que si l'homme n'ignorait rien de tout ce qui est relatif aux objets classés.» (23)

Il est assez remarquable que cette classification des corps simples, à une époque où le concept d'élément chimique est loin d'être établi, et qui ne met en relief aucune loi périodique réussit néanmoins à faire apparaître un agencement continu de familles appelées "genres" par la simple mise en relation des propriétés physiques et chimiques judicieusement choisies de tous les corps simples connus. Ampère ne mentionne jamais qu'il se soit servi du poids atomique

des corps simples pour les classer, c'est pourtant ce critère particulier qui s'avèrera particulièrement fécond par la suite (24)

III - INTEGRATION DE LA CLASSIFICATION DES CORPS SIMPLES D'A.M.AMPERE DANS SA PHILOSOPHIE DES SCIENCES

On reconnaît ici, chez Ampère, comme dans tous ses travaux, le sens fondamental de sa démarche qui est d'observer, classer les faits afin de «mettre en évidence leurs rapports mutuels de la manière la plus méthodique et la plus facile à saisir». (25)

Nous rappelons que, dans sa classification des sciences, la *chimie* est une science du troisième ordre de caractère *cryptoristique* qui appartient à la *physique générale*.

Mais rien n'empêche, selon lui, de diviser toutes les sciences du troisième ordre en sciences d'ordre supérieur, car «les quatre points de vue sont tellement inhérents à la nature de notre esprit, qu'on pourrait encore, par la même considération, partager la plupart de ces dernières sciences en subdivisions correspondantes à chaque point de vue.» (26) C'est bien ce qu'il fait en s'occupant de la classification naturelle des corps simples. Ainsi, «la chimie est dans l'ensemble cryptoristique puisqu'il s'agit de découvrir les éléments dont les corps sont composés: mais rien ne s'oppose à ce qu'on puisse y distinguer une partie autoptique, comme serait, par exemple, un dictionnaire de chimie, ou bien, une exposition purement expérimentale de cette science, où l'on décrirait une suite d'opérations suggérées par l'analogie, au moyen desquelles on découvrirait successivement les divers corps simples et où l'on montrerait comment ils se combinent pour produire des corps composés ...; une partie cryptoristique, où l'on aurait pour but de déterminer les meilleurs moyens à employer dans chaque cas, pour opérer les décompositions et les recompositions qu'on se propose de faire ...; puis viendrait une partie troponomique où l'on classerait les corps, tant simples que composés, et où l'on ferait connaître les lois générales de la chimie; enfin une partie cryptologique où l'on expliquerait les faits et les lois observés d'après les divers degrés d'affinité que présentent les corps, et les difficultés plus ou moins grandes qu'oppose à leur combinaison l'état où ils se trouvent.» (27)

Ainsi la science qui traite de la classification des corps simples est une science du quatrième ordre, partie *troponomique* résultant d'une division quadripartite de la *chimie*.

Naturellement, les faits et les lois évoqués ici sont appréhendés par l'observation et l'expérimentation et leur interprétation n'est pas mathématisée.

Les propriétés physiques des corps simples sont observables du premier coup d'oeil, elles concernent ce qui est patent, c'est le point de vue autoptique, ou premier regard à porter

sur l'objet. Il s'agit de regarder son aspect extérieur: couleur, état physique, odeur, forme cristalline, capacité pour la chaleur, dureté etc....

Dans un deuxième temps, il va falloir découvrir les propriétés plus cachées, celles qui ne peuvent se découvrir qu'en faisant réagir les corps simples avec certains autres pour que d'autres propriétés se révèlent, propriétés qui se découvrent après une démarche expérimentale construite et qui ne s'atteignent plus du "premier coup d'oeil". Ampère se sert par conséquent de tous les travaux de laboratoire qui ont été menés par "d'illustres chimistes" quitte, au besoin, à en suggérer d'autres. Ainsi pour trancher et savoir où l'on doit ranger les métaux inaltérables à l'air tels l'or, l'argent ... il faut s'occuper de la nature des dissolutions de leurs chlorures dans l'eau et « ... la question ne pourrait plus être résolue qu'après qu'on aurait reconnu quels sont les métaux dont les chlorures se dissolvent sans décomposer l'eau, et ceux qui la décomposent et se transforment en hydrochlorates; travail qui contribuerait beaucoup aux progrès de la chimie, mais à l'égard duquel on ne possède encore qu'un petit nombre de données.» (28) Une fois qu'Ampère a pris connaissance de toutes les propriétés évidentes et de toutes les propriétés cachées de tous les corps simples connus il va entreprendre le vrai travail où il excelle à savoir: considérer son objet du point de vue troponomique.

Il va entreprendre l'élaboration de leur classification naturelle, laquelle est fondée sur la comparaison des propriétés de ces corps.

Il est bien entendu que pour aborder ce troisième point de vue il faut préalablement non seulement avoir accumulé les résultats fournis par les deux approches précédentes, autoptique et cryptoristique, mais, nous dit-il, ... «il est presque inutile de remarquer que ce ne sont pas des comparaisons quelconques, (qu'exigent le point de vue troponomique) mais seulement celles qui ont pour objet d'établir des lois générales, des classifications naturelles, ou des règles pour déterminer dans chaque cas les méthodes qu'il convient d'employer ...» (29)

Ampère précise qu'il ne suffit pas de "décrire dans le plus grand détail" les propriétés physiques et chimiques des différents corps simples, par exemple, et "à en signaler les différences avec tel ou tel autre" pour faire une classification naturelle. Il est nécessaire de suivre une méthode beaucoup plus élaborée qui repose néanmoins sur quelques règles qu'Ampère a relativement bien formulées et qui sont communes à toute classification naturelle quels que soient les termes ou objets de la classification.

En effet qu'est-ce qui distingue, aux yeux d'Ampère, les classifications naturelles et artificielles ?

«Dans ces dernières, quelques caractères choisis arbitrairement servent à déterminer la place de chaque objet; on y fait abstraction des autres, et les objets se trouvent par là même rapprochés ou éloignés souvent de la manière la plus bizarre. Dans les classifications naturelles, au contraire, on emploie concurremment tous les caractères essentiels, aux objets dont on s'occupe, en discutant l'importance de chacun d'eux; et les résultats de ce travail ne sont adoptés qu'autant que les objets qui présentent le plus d'analogie se trouvent toujours les plus

rapprochés, et que les groupes des divers ordres qui en sont formés se trouvent aussi d'autant plus voisins qu'ils offrent des caractères plus semblables, de manière qu'il y ait toujours une sorte de passage plus ou moins marqué de chaque groupe au groupe qui le suit.» (30)

L'idée de maintenir une sorte de continuité dans les classifications en mettant en relief les objets intermédiaires qui permettent le passage d'un groupe à l'autre, tout comme le fait de déterminer le nombre d'éléments à placer dans chaque groupe sont des étapes importantes pour lui: «Bien convaincu que ces subdivisions, pour être naturelles, ne devaient pas être établies d'après des idées préconçues, des caractères choisis d'avance, mais d'après l'ensemble des rapports de tout genre que présentaient les sciences qu'il s'agissait de classer et de coordonner, j'essayai successivement de les grouper tantôt trois à trois, tantôt quatre à quatre, suivant les divers degrés d'analogie qu'elles me présentaient. Chacun de ces arrangements me faisait découvrir entre elles de nouveaux rapports, mais il me restait à choisir l'arrangement qui mettrait ces rapports en évidence de la manière la plus complète.» (31) Et c'est exactement ce qu'il essaie de faire en élaborant sa classification des corps simples «il me paraît qu'on doit s'efforcer de bannir de la chimie les classifications artificielles, et commencer par assigner à chaque corps simple la place qu'il doit occuper dans l'ordre naturel, en le comparant successivement à tous les autres, et le réunissant à ceux qui s'en rapprochent par un plus grand nombre de caractères communs et surtout par l'importance de ces caractères. Le premier avantage qui résultera de l'emploi d'une pareille méthode sera de nous donner une connaissance plus exacte et plus complète de toutes les propriétés des corps simples, et souvent de ramener à des lois générales une multitude de faits isolés.»(32)

Nous avons vu que dans sa manière d'exposer les résultats de sa classification Ampère semble partir des divisions les plus générales : gazolytes/métaux puis, parmi les métaux : leucolytes/chroïcolytes pour parvenir finalement au groupement par trois ou quatre en définissant "les genres".

La clarté de son exposé l'exige mais bien entendu sa démarche est tout autre, il s'en est d'ailleurs maintes fois expliqué dans son essai sur la philosophie des sciences: «Si, pour conduire le lecteur aux résultats auxquels je suis parvenu, je voulais tracer ici la route que j'ai suivie moi-même, je ne lui offrirais qu'un chaos de tentatives d'abord infructueuses, de fréquents retours sur mes pas. Je dois cependant m'en rapprocher autant qu'il me sera possible, pour présenter mes idées dans l'ordre le plus naturel» (33)

Cette route, précise Ampère, ne ressemble pas du tout à celle qui est généralement utilisée dans les classifications artificielles: «Je me bornerai ici à remarquer combien la marche de celui qui cherche à faire une classification vraiment naturelle diffère de la marche suivie par l'auteur d'une classification artificielle. Ce dernier, maître des caractères d'après lesquels il l'établit, choisit d'abord ceux des premières divisions, et ensuite ceux d'après lesquels il forme leurs subdivisions successives; l'autre, au contraire, doit commencer par les dernières subdivisions, composées d'individus moins nombreux, et dont les analogies sont plus

frappantes et plus aisées à déterminer. En réunissant celles de ces subdivisions qui se rapprochent le plus, il établit les divisions de l'ordre précédent, et n'arrive ainsi qu'en dernier lieu aux grandes divisions par lesquelles le premier avait commencé. Ce n'est qu'après ce travail qu'il doit chercher à déterminer les caractères par lesquels il définira chaque groupe, de même que ce ne fut qu'après la distribution en familles naturelles, faite par Bernard de Jussieu, des genres déjà formés par Linné et ses prédécesseurs, qu'on dut s'occuper de la classification de ces familles, et chercher dans le nombre des cotylédons, dans l'insertion des étamines, dans la présence ou l'absence de la corolle, les caractères d'après lesquels on devait définir les groupes composant cette classification.»(34)

C'est donc, à n'en pas douter, la deuxième démarche qu'Ampère a réellement suivie.

D'ailleurs, malgré la lourdeur dans l'exposé que cela suppose, il se doit de nous faire part de sa démarche car, en la passant sous silence, ses lecteurs seraient incapables d'apprécier le caractère vraiment "naturel" de sa classification.

La classification des corps simples est, parmi les classifications qu'A.M.Ampère a réalisées, la plus simple de toutes car, nous dit-il, il faut faire une différence dans la façon de classer : «les objets de nos connaissances, les connaissances elles-mêmes, ou les facultés par lesquelles nous les acquérons». Pour classer les objets, il suffit de considérer les caractères qui sont propres à ces objets, et c'est exactement ce qu'il fait en classant les corps simples puisqu'il ne s'occupe que des caractères liés à leur nature. Pour les connaissances, il est nécessaire de combiner «ces caractères avec ceux qui tiennent à la nature de notre intelligence» et pour classer les facultés, il ne faut s'occuper de leur caractère autant que ce dernier trait influe «sur les opérations intellectuelles qu'exige l'étude des objets dont on s'occupe». (35)

Pour classer les corps simples, A.M.Ampère, fidèle à sa méthode, ne se contente pas de sélectionner arbitrairement un ou plusieurs caractères particuliers, il s'efforce de passer en revue l'ensemble des traits que présentent les objets à classer, et de les considérer "corrélativement" afin de mettre en relief l'ensemble le plus complet des relations stables entre eux.

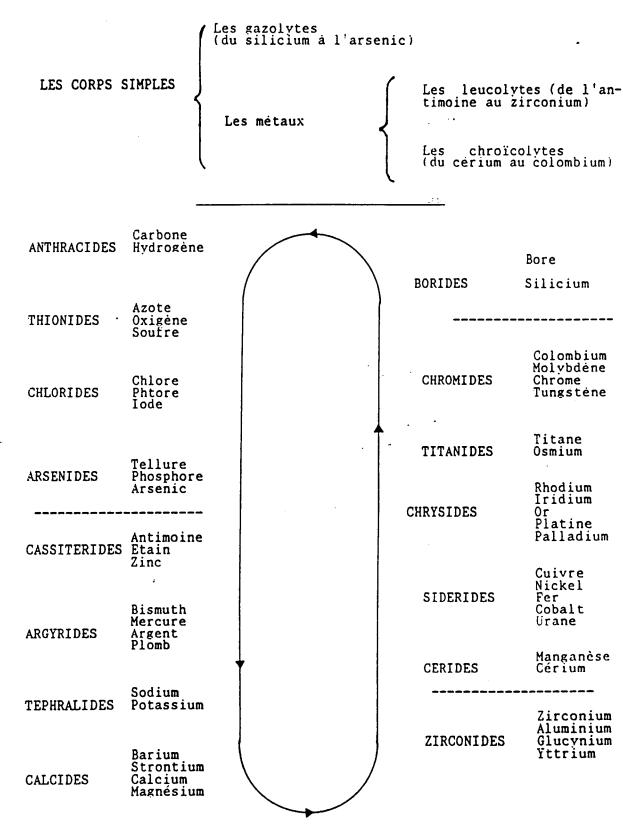
Il a un moyen de s'apercevoir de l'ordre vraiment naturel de ses classifications dans le fait que de nouvelles découvertes sur les objets à classer ne bouleversent pas complètement l'ordre établi mais viennent au contraire le confirmer, même s'il faut modifier ici ou là quelques détails. De plus, si la classification respecte l'ordre naturel, elle permet de constater d'autres analogies, de découvrir d'autres rapports qui n'étaient pas accessibles avant de l'établir.

La classification des corps simples, complétée par un choix judicieux concernant la nomenclature des divisions choisies, est un véritable outil de connaissance chimique; elle suscite des recherches ultérieures: il va falloir prévoir des réactions chimiques susceptibles de confirmer l'ordre établi, et prouver expérimentalement que la place d'un corps simple est correcte, qu'il a un comportement chimique intermédiaire entre le corps simple qui le précède et celui qui le suit immédiatement dans sa classification.

A.M.Ampère, en cela, continue l'oeuvre de Lavoisier. Ce dernier avait constaté: «Et en effet tandis que je croyais ne m'occuper que de nomenclature, tandis que je n'avais pour objet que de perfectionner le langage de la chimie, mon ouvrage s'est transformé insensiblement entre mes mains, sans qu'il m'ait été possible de m'en défendre, en un traité élémentaire de chimie.» (36)

A.M.Ampère, en s'occupant de classification des corps simples, sait pertinemment qu'il contribue à faire avancer la science chimique: toute classification, même artificielle le remplit incontestablement ce rôle: «On pourrait comparer, à plusieurs égards, «es travaux à ceux des chimistes qui ont récemment perfectionné la classification artificielle des corps simples; leurs méthodes auront puissamment contribué aux progrès de la science dont ils se sont occupés, en disposant tous les faits dans un ordre qui en facilitât l'étude, en conduisant même par là à en découvrir de nouveaux; mais la marche irrésistible des sciences vers leur véritable but, la connaissance la plus complète possible des lois de la nature, amènera nécessairement l'adoption d'une classification naturelle dans la chimie, comme elle l'a amenée dans les autres branches des sciences physiques.»(37)

CLASSIFICATION DES CORPS SIMPLES (en 2 classes, 15 genres et 48 espèces)



La créativité scientifique d'Ampère dans le domaine de la physico-chimie semble procéder toujours de la même manière au regard de sa classification des sciences. Il y a d'abord l'objet d'étude à situer, les corps simples dans la chimie, les gaz permanents dans la physique générale ensuite le point de vue visé pour en aborder l'étude. La classification des corps simples est un regard troponomique sur l'objet, la démonstration de la loi de Mariotte et la théorie de la combinaison chimique sont des regards cryptologiques, soucieux de découvrir les causes cachées des phénomènes et sont du ressort de l'atomologie. Dans tous les cas, les sciences précèdant celle où se situe naturellement l'objet regardé, sont indispensables à connaître et rendent compte, combinées à des hypothèses "ad hoc", des propriétés sélectionnées. Si ces propriétés sont des qualités premières mises en évidence «par des notions de grandeurs ou des mesures» et c'est justement le cas pour les deux dernières études, alors les sciences mathématiques : théorie des fonctions et géométrie, réussissent à rendre compte des propriétés de l'objet étudié. Mais contrairement à Aristote, Ampère ne prétend pas faire seulement de la mathématique appliquée, qui ne peut prétendre qu'à une connaissance très partielle de l'objet. Il fait de la physique, et de l'atomologie en particulier c'est-à-dire de la physique mathématique en ce sens qu'il est indispensable de "recourir à l'expérience" pour comparer les résultats qu'en donne l'application des mathématiques.

En cela, Ampère sait "qu'il n'épuise pas le réel" il n'en découvre pas moins à partir des rapports entre phénomènes, les vrais rapports existant entre les noumènes, fidèle à sa théorie des rapports que nous avons évoquée.

EPILOGUE

Digressions atomistiques dans la physique d'A.M AMPERE

En 1820, apprenant l'action d'un circuit voltaïque sur l'aiguille aimantée, Ampère interrompt ses travaux philosophiques et, pendant six années consécutives, s'attache à la construction d'une nouvelle science: «La théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques uniquement déduite de l'expérience» (1). Il détermine alors la "formule" qui représente l'action électro-dynamique sans chercher à la fonder sur des causes physiques qui pourraient réellement l'expliquer.

Il n'est pas dans notre propos de retracer la démarche adoptée par Ampère dans les recherches qu'il mena entre 1820-1826, ni d'exposer les démonstrations mises en oeuvre dans le traité lui-même; les unes et les autres ont été étudiées par ailleurs. (2)

Or, sur les causes cachées des phénomènes électro-dynamiques, fort de l'autorité acquise, Ampère indique les pistes pour de futures recherches mais ne s'y engage pas.

Il se trouve que ces digressions ne sont pas absentes des hypothèses à caractère cryptologique qui soustendent les derniers travaux d'A.M.Ampère sur la combinaison chimique (3,4), travaux qui ne sont pas contradictoires, comme cela peut apparaître de prime abord, avec ceux que nous avons présentés.

C'est pourquoi nous terminons cet exposé de l'oeuvre chimique d'A.M.Ampère par l'examen des digressions atomistiques à caractère "cryptologique" qui lui ont permis, en tenant compte des nouvelles acquisitions de la science électrodynamique, de maintenir une remarquable cohérence à son oeuvre.

Nous allons donc faire une esquisse de la théorie mathématique des phénomènes électrodynamique d'A.M.Ampère et envisager quelques mémoires, moins connus, où il fait part de ses considérations sur les courants électriques, la théorie électro-chimique, ainsi que sur la chaleur et la lumière.

Comme nous l'avons vu, au tout début du XIX^e siècle, la compréhension des phénomènes liés à la combinaison chimique sont au coeur des préoccupations des chimistes. Dans la mesure où les "fluides impondérables" chaleur, lumière, électricité, magnétisme ont un statut matériel, ils peuvent tous, comme les autres corps, participer aux combinaisons chimiques. Le changement d'état, par exemple, est considéré tout naturellement comme une combinaison entre le corps et le calorique.

Mais peu à peu et dès 1815, après le déclin de la prépondérance de l'influence de Laplace, l'hypothèse de l'existence des fluides impondérables cesse d'être opérationnelle, aussi les domaines d'étude les concernant se déplacent des chimistes vers les physiciens.

Trois "nouveautés" vont marquer la physique entre 1816 et 1820: la théorie de la propagation de la chaleur dans les solides de Fourier, la théorie ondulatoire de la lumière de Fresnel et la mise en évidence des phénomènes électro-magnétiques par Oersted.

A.M. Ampère va tour à tour dans ses oeuvres, soit procéder à une mathématisation directe des phénomènes sans considération des "fluides impondérables", soit essayer d'envisager leur rôle au sein de la matière (considérations cryptologiques). Dans son désir de se prémunir de cette «manie de multiplier les êtres sans nécessité» après avoir assimilé les phénomènes du magnétisme à ceux de l'électricité en mouvement en créant "l'électro-dynamique", il va faire l'hypothèse d'un fluide unique, l'éther, responsable tout à la fois des phénomènes de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, du magnétisme et de la combinaison chimique.

I - ESQUISSE DE LA THEORIE MATHEMATIQUE D'A.M. AMPERE ABSTRACTION FAITE DE L'HYPOTHESE DES "FLUIDES IMPONDERABLES"

Dans sa "Théorie mathématique des phénomènes électro-dynamique, uniquement déduite de l'expérience (1826)" A.M.Ampère va rechercher les lois des phénomènes découverts par Oersted en faisant abstraction de l'hypothèse des "fluides impondérables"

En 1822, Ampère emploie la dénomination «électro-dynamique» pour désigner «les phénomènes qu'a découverts Oersted entre un courant électrique et un aimant» et ceux qu'il a lui-même observés «entre deux conducteurs voltaïques» parce que cette dénomination exprime «leur caractère propre, celui d'être produits par l'électricité en mouvement; tandis que les attractions et les répulsions électriques anciennement connues sont des phénomènes électrostatiques produits par l'inégale distribution de l'électricité en repos dans les corps où on les observe.» (5,6)

Dans sa théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques, Ampère affiche ses intentions: «j'ai consulté uniquement l'expérience pour établir les lois de ces phénomènes (produits par l'électricité en mouvement), et j'en ai déduit la formule qui peut, seule, représenter les forces auxquelles ils sont dûs. Je n'ai fait aucune recherche sur la cause même qu'on peut assigner à ces forces, bien convaincu que toute recherche de ce genre doit être précédée de la connaissance purement expérimentale des lois et de la détermination, uniquement déduites de ces lois, de la valeur des forces élémentaires dont la direction est nécessairement celle de la droite menée par les points matériels entre lesquels elles s'exercent.» (7,8)

Pour que l'analyse mathématique puisse être appliquée aux phénomènes électrodynamiques il est nécessaire de connaître «l'expression mathématique de la force que deux éléments de conducteurs voltaïques exercent l'un sur l'autre» (9) Cette expression, Ampère la "déduit" uniquement des lois qui rendent compte de quatre cas d'équilibre entre conducteurs voltaïques, et, pour déterminer ces lois, il imagine les expériences qui permettent de constater ces cas d'équilibre sans les réaliser toutes.

Pour Ampère, il est évident qu'un courant voltaïque peut être décomposé, par la pensée, en une infinité d'éléments de courant, ce qui revient à supposer «que l'action mutuelle de deux

courants fermés est la résultante des actions mutuelles de leurs éléments, lesquels sont les mêmes que si les éléments étaient isolés.» (10) Il est tout aussi évident que ces forces élémentaires agissent instantanément à distance, et qu'elles sont "égales et opposées, sur la droite qui joint leurs points d'application" (11). Ampère démontre qu'elles sont en raison inverse du carré des distances et qu'elles varient en fonction de l'orientation relative des éléments.

«La formule par laquelle (est) représentée l'action mutuelle de deux éléments de courant voltaïque» n'est pas la seule qui puisse rendre compte des apparences; mais «c'est la seule force agissant suivant la droite qui en joint les milieux qui puisse s'accorder avec les données de l'expérience.» (12)

Il est possible à partir de cette formule de déterminer les forces que deux conducteurs voltaïques exercent l'un sur l'autre, de rendre compte de la manière d'agir d'un conducteur voltaïque dont une partie est roulée en hélice autour de l'autre et de montrer qu'il est possible «de substituer aux aimants, sans changer les effets produits, des assemblages de courants électriques formant des circuits fermés autour de leurs particules.» (13)

Ainsi, «les phénomènes que présentent les aimants, soit dans leur action mutuelle, soit dans celles qu'ils exercent sur un fil conducteur» (14) peuvent être assimilés à ceux qui résultent de l'action mutuelle des courants électriques. Le principal argument que présente Ampère en faveur de cette théorie est qu'elle satisfait un principe d'économie: «les preuves sur lesquelles j'appuie (ma théorie), résultent surtout de ce qu'elle ramène à un principe unique trois sortes d'actions que l'ensemble des phénomènes prouve être dues à une cause commune et qui ne peuvent y être ramenées autrement.» (15).

Il importe maintenant de montrer comment Ampère situe sa démarche à la fois dans la physique de son temps et dans les processus constitutifs de cette physique.

Dans sa reconstitution de l'histoire, Ampère considère que Képler a établi les lois empiriques du mouvement des planètes et que ces lois «ne sont que les résultats généralisés d'un grand nombre de faits.» (16) à partir desquels Newton a pu "déduire" la "formule" qui représente les valeurs mathématiques des forces agissant toujours entre deux corps matériels, indépendamment de toute hypothèse sur la nature de ces forces. (17)

Ce mode d'élaboration d'une théorie physique par des voies purement empiriques se retrouve, si l'on en croit Ampère, dans la théorie de la propagation de la chaleur dans les solides de Fourier (18,19)

«La théorie de la chaleur repose réellement sur des faits généraux donnés immédiatement par l'observation; et l'équation déduite de ces faits se trouvant confirmée par l'accord des résultats qu'on en tire et de ceux que donne l'expérience, doit être également reçue comme exprimant les vraies lois de la propagation de la chaleur, et par ceux qui l'attribuent à un rayonnement de molécules calorifiques et par ceux qui recourent pour expliquer le même phénomène aux vibrations d'un fluide répandu dans l'espace; ...» (20).

Ampère ne prend pas en compte l'image qu'il s'est faite du courant voltaïque; dans la mathématisation des phénomènes électro-dynamiques, ce qui est opératoire, c'est l'idée d'un flux de l'une des deux électricités, c'est-à-dire d'un courant d'électricité dont l'intensité soit repérable, et à propos duquel il est fait abstraction de toute représentation sous-jacente.

Cette manière d'appréhender le courant électrique rejoint la manière qu'à Fourier de rendre compte de la propagation de la chaleur dans les solides en la séparant de l'image du rayonnement des particules matérielles qui sont disséminées dans l'espace, lequel rayonnement est comparable à celui de corps perceptibles à différentes températures.

En voulant ignorer ce qu'il considère comme la nature réelle du courant voltaïque, Ampère s'arrête au "constat" des actions entre éléments de courant, actions qui sont à "l'évidence" instantanées, à distance, et dans la droite ligne qui joint ces éléments.

A. Comte a vu dans la "thermologie mathématique" de Fourier et, dans une moindre mesure, dans la "dynamique électrique" d'Ampère des oeuvres ayant un caractère positif en ce sens que leurs auteurs ne recourent pas à "ce mélange de chimères et de réalités" que sont les hypothèses sur les fluides et les éthers auxquels on rapporte les phénomènes de la chaleur, de la lumière, de l'électricité et du magnétisme. (21)

II - CONSIDERATIONS CRYPTOLOGIQUES DANS L'OEUVRE PHYSIQUE D' A.M.AMPERE : RETOUR AUX "FLUIDES IMPONDERABLES"

1°) Digressions sur les causes cachées des phénomènes électrodynamiques :

"L'électrodynamique" n'est cependant pas exempte de considérations sur la nature des fluides électriques; Ampère ne recourt cependant pas à de telles hypothèses dans l'établissement des lois de l'électro-dynamique. Mais, selon lui, c'est parce que ces lois semblent acquises qu'il est possible de risquer quelques hypothèses sur la constitution de la matière afin d'y trouver la cause des phénomènes créés par l'électricité en mouvement. Ces considérations tiennent une plus grande place dans des écrits qui ne sont pas destinés à la publication. Puisqu'il peut substituer des circuits voltaïques aux aimants sans changer les effets produits, Ampère nie l'existence des molécules des fluides magnétiques austral et boréal. Il doit alors supposer que les deux fluides électriques positif et négatif agissent diversement selon qu'ils sont en mouvement ou au repos: il existe une espèce de force qui ne se développe entre deux particules matérielles que quand il arrive à la fois dans ces deux particules soit une séparation, soit une combinaison des deux fluides électriques: "comme si elle émanait de ce que M.Oersted a nommé conflit électrique" (22); cette force dépend des deux directions suivant lesquelles le conflit a lieu, elle dépend de la distance des deux particules et ne dure que l'instant de la séparation ou de la combinaison.

Ampère souligne que ces forces électro-dynamiques sont d'une nature toute différente des forces électrostatiques: «attractions et répulsions inhérentes aux molécules des deux fluides électriques dont les effets se manifestent lorsque ces deux fluides sont inégalement répartis dans les corps.(23)

Dans son désir d'unifier les causes cachées des phénomènes Ampère va plus loin, il suppose que les phénomènes liés à la lumière et à la Chaleur sont dûs à un même fluide impondérable, l'éther, répandu dans tout l'espace et qui pénètre toute chose; enfin il assimile éther luminifère et fluide électrique neutre. (24)

L'investigation des causes des phénomènes électro-dynamiques commence par une réflexion sur la nature du courant électrique. «Le fait de la décomposition des corps composés par l'action de la pile voltaïque a donné lieu de soupçonner que l'électricité joue un grand rôle dans les combinaisons chimiques ...Je transporterai aux molécules des corps les forces électriques dont l'effet a été observé sur les corps d'un volume fini. ...Si ...nous admettons que les particules des corps soient naturellement dans un état électrique permanent, il résulte de l'ensemble des faits observés que nous devons regarder comme électro-négatifs, c'est-à-dire comme renfermant par leur nature une quantité plus ou moins grande d'électricité négative, tous les corps qui, dans les décompositions chimiques par la pile, se portent habituellement au pôle positif comme s'ils avaient de l'affinité pour l'électricité positive; tandis que nous regarderons comme électro-positifs ceux qui se portent de préférence au pôle négatif.

Ainsi le fluor, l'iode, l'oxigène, le chlore, les acides, etc., seront électro-négatifs; l'hydrogène, les oxides, les alcalis, les métaux, etc., seront électro-positifs.»

Mais les particules de ces corps ne donnent elles-mêmes aucun signe d'électricité, ce qui s'interprête aisément: «ces particules ... ont agi par influence pour attirer l'électricité de nom contraire à la leur et pour repousser l'électricité de même nom; par ce moyen elles se sont formées comme une petite atmosphère électrique qui, à toute distance sensible, dissimule leur électricité propre: elles peuvent être assimilées à de petites bouteilles de Leyde.» (25). Ainsi un conducteur électriquement neutre, est constitué de particules pondérables dont l'électricité propre est dissimulée par une petite atmosphère d'électricité de nom contraire et d'un fluide impondérable, électriquement neutre dans lequel baignent les particules.

A partir de cette description moléculaire de la matière, Ampère peut expliquer l'influence électro-statique d'un conducteur chargé sur le fluide neutre d'un conducteur électrique isolé. (26) Tout s'y passe comme si le fluide neutre se séparait en deux fluides positif et négatif et que chacun d'eux se porte, tout d'un coup, à l'une des extrémités du conducteur, le corps chargé attirant l'électricité de nom contraire à la sienne et repoussant celle de même nom.

Mais, selon Ampère, cette explication brute est en contradiction avec les notions généralement admises: la molécule du fluide neutre la plus proche du corps chargé - que nous supposons chargé positivement - est décomposée par influence en deux molécules de charges de nom contraire. La molécule négative n est attirée par le corps chargé et se place à la surface du

conducteur neutre; la molécule positive p est repoussée, mais il est évident qu'elle ne peut traverser le conducteur rempli de fluide neutre sans agir par attraction sur les molécules négatives et par répulsion sur les molécules positives de ce fluide; il se forme ce que nous nommons un dipole microscopique. Cette influence et celle du corps chargé s'ajoutent pour décomposer de proche en proche les molécules m, m', m", ... du fluide neutre, il se produit une alternance de molécules chargées n, p, n', p', n", p", disposées en ligne et une charge P apparaît sur la surface du conducteur neutre, à l'opposé du corps chargé. S'opère alors une recomposition du fluide neutre intermédiaire de p avec n', de p' avec n", Naturellement ce qui vient d'être dit «pour la série des molécules m, m', m", ... peut se dire également de plusieurs séries de molécules neutres voisines de celles-là.»(27)

Ici, Ampère «fait abstraction de l'électricité inhérente aux molécules [pondérables] ; mais cette électricité ne gêne en rien les explications précédentes.» (28) En effet si, par exemple, l'électricité inhérente est positive, il y a dans l'électricité intermoléculaire, un excès de fluide négatif qui la dissimule. Ampère montre qu'alors l'interprétation des phénomènes est la même que l'on ne fasse intervenir que les molécules positives et négatives du fluide neutre ou que l'on fasse intervenir, en outre, les molécules négatives en excès dans l'électricité intermoléculaire.

Il est maintenant aisé de se représenter ce qui se passe dans un fil conducteur, lorsque celui-ci relie les deux bornes d'une pile voltaïque. Le fluide intermoléculaire répandu dans le conducteur est alors le siège de décompositions et de recompositions ininterrompues, qui constituent le courant électrique. Ainsi «les deux fluides électriques parcourent continuellement les fils conducteurs d'un mouvement extrêmement rapide, en se réunissant et se séparant alternativement dans les intervalles des particules de ces fils.» (29) Ainsi, selon Ampère, les courants voltaïques procèdent des phénomènes électrostatiques: les processus moléculaires sont calqués sur des phénomènes qui affectent les corps électriquement chargés.

Enfin, si l'on considère ce qui se passe dans un fil conducteur, rien n'explique plus simplement les phénomènes produits par l'électricité en mouvement «qu'une force qui n'existe entre deux particules que pendant que les deux fluides électriques s'y séparent ou s'y combinent ensemble et doit être considérée comme émanant du fait de leur séparation ou de leur réunion en fluide neutre, dépende des directions suivant lesquelles il a lieu dans chacune de ces particules.» (30)

Il est patent qu'Ampère s'inspire d'Oersted lorsqu'il considère qu'un courant électrique (l'expression est d'Ampère) est "une série de décompositions et de recompositions d'un fluide neutre en deux fluides de charges contraires". En effet, Oersted donne l'image suivante de la propagation des forces électriques: "Ainsi quand une force électrique se répand dans l'espace le mécanisme de cet effet est tel, que cette force commence par attirer celle qui lui est opposée dans la zone la plus voisine, tandis qu'elle repousse celle de la même espèce. Elle rend donc latente celle qu'elle attire, et devient latente à son tour par l'effet de cette même force. De cette manière,

la zone seconde acquiert une prépondérance de cette force, tandis qu'elle produit elle-même une nouvelle zone opposée, qu'elle rend latente dans le moment suivant, et ainsi de suite. L'électricité ne s'écoule donc pas, par les conducteurs, comme un liquide par un canal; mais elle se répand par une sorte de décomposition et de recomposition continuelles, ou bien par un acte qui trouble l'équilibre à chaque moment, et le rétablit dans l'instant suivant. On pourrait exprimer cette succession de forces opposées, qui existe dans la transmission de l'électricité, en disant que l'électricité se répand toujours d'une manière ondulatoire ". (31,32)

L'introduction de forces de nature électro-dynamique rencontre la prévention «des physiciens qui veulent que toute force attractive ou répulsive entre deux particules soit nécessairement proportionnelle à une fraction de leur distance, quelles que soient d'ailleurs les circonstances qui donnent naissance à cette force.» (33) Ainsi l'interprétation d'Ampère s'oppose à celle de Biot qui considère que le courant voltaïque rend passagèrement magnétique le fil conjonctif, ramenant ainsi l'action d'un circuit voltaïque sur l'aiguille aimantée à des interactions magnétiques (34,35). Dans une lettre à Davy, Ampère regrette de n'avoir pu convaincre Laplace: «M.de Laplace s'est opposé à ce que j'ai établi relativement à l'identité de l'électricité et du magnétisme, parce que cela dérangeait sa manière de considérer les choses, comme il s'était opposé aux conséquences des découvertes de M.Fresnel.» (36,37).

2°) Combinaison chimique et fluide électrique :

Les phénomènes électro-dynamiques, l'action des piles voltaïques ont amené Ampère à admettre que les particules des corps ont une électricité propre dissimulée par une petite atmosphère électrique de signe contraire. Il se doit donc de rendre compte de la combinaison chimique de deux particules quand celles-ci sont dans des états électriques différents et quand elles sont dans des états semblables. Soit, dans le premier cas, une molécule A électro-négative et une molécule B électro-positive, si celles ci sont rapprochées par un moyen quelconque une partie de leurs atmosphères se combineront en un fluide neutre, leurs électricités propres n'étant plus entièrement dissimulées, elles agiront l'une sur l'autre et se rapprocheront autant qu'elles peuvent l'être, la molécule composée AB conservera une électricité propre -a+b si les électricités propres -a de A et +b de B ne se neutralisent pas exactement, mais alors leurs atmosphères ne seront pas non plus neutralisées et leur électricité +a-b dissimulera toujours l'électricité propre de la molécule composée.

Dans le second cas, si une cause quelconque détermine la combinaison de deux molécules A et B ayant des électricités propres de même nature: +a pour A et +b pour B, la molécule composée aura une électricité propre + (a + b) dissimulée par une atmosphère - (a + b); celle-ci «ne sera pas répartie également autour de la molécule composée AB à cause de la répulsion mutuelle des molécules du fluide qui la compose, elle se portera du côté de la molécule composante la moins électrique, de manière qu'elle sera plus intense du côté de cette

molécule que ne l'était l'atmosphère même de cette molécule avant la combinaison.» Sans doute, mal assuré par ce raisonnement, Ampère ajoute que «c'est une raison pour que l'électricité tende à favoriser la combinaison des molécules douées de la même électricité, parce que la répulsion mutuelle des molécules de l'atmosphère la plus intense se trouve mieux satisfaite par l'extension de cette atmosphère» (38).

Ampère ne tente pas d'hypothèse sur la structure continue ou discrète de l'atmosphère électrique des particules; on peut cependant supposer que comme l'éther, celle-ci pourrait être décomposée en molécules et qu'ainsi son comportement n'échapperait pas à une interprétation atomistique.

Jean Jacques Ampère nous rapporte que son père tenait beaucoup à la vision newtonienne du monde où l'espace, conçu vide, est en partie vide et en partie plein et que si nous remplissons cet espace vide d'un fluide subtil, le vide subsiste entre les molécules de ce fluide. Dans cet exposé sur la combinaison chimique, Ampère fait abstraction des figures géométriques des molécules, comme dans "La lettre à Berthollet" de 1814, il avait fait abstraction des forces électriques ou autres, et des atmosphères électriques. La théorie de l'abstraction d'Ampère permet de considérer que ces deux représentations de la combinaison chimique se complètent sans être contradictoires.

3°) La chaleur, la lumière, l'éther

En supposant que les phénomènes de la lumière, de la chaleur et de l'électricité sont de même nature, Ampère peut considérer que l'éther de Fresnel qui transmet la lumière est le fluide électrique neutre de l'électro-dynamique. Il peut alors suggérer une explication de la transversalité des vibrations lumineuses. Si les molécules positives et négatives de la surface d'une source lumineuse se trouvent séparées par une cause quelconque, elles agissent sur les molécules neutres de l'éther; celles qui sont voisines de la source sont décomposées en molécules positives et négatives, ces dernières reviennent l'une vers l'autre dès que l'action des molécules de la source cesse; et en général, elles dépassent leurs positions d'équilibre et exécutent une suite d'oscillations. Pendant ces oscillations, elles agissent à leur tour sur une molécule neutre et ainsi de suite, de sorte qu'il s'établit une série de vibrations transversales qui se propagent dans la direction perpendiculaire au sens des vibrations.

Selon Ampère, cette interprétation de la propagation de la lumière trouve une confirmation dans l'interprétation des effets thermiques des courants électriques. L'échauffement et parfois l'incandescence des conducteurs voltaïques par le conflit électrique, peuvent être expliqués en supposant que les décompositions et les recompositions qui se produisent dans ces conducteurs déterminent des décompositions et des recompositions analogues dans le fluide neutre environnant; la chaleur ne se distingue de la lumière que par un plus faible degré d'intensité des décompositions et des recompositions du fluide neutre: l'éther. Tardivement, Ampère va

développer encore davantage les conséquences des travaux de Young, Arago et Fresnel, qui démontrent bien que «la lumière est produite par des vibrations d'un fluide répandu dans tout l'espace et auquel on a donné, le nom d'éther» en montrant qu'il est possible de considérer que la transmission de la lumière et de la chaleur résulte de mouvements vibratoires.

Cette théorie repose sur une théorie de la constitution de la matière dans laquelle on retrouve bien des éléments de la théorie, énoncée en 1814, à propos de la démonstration de la relation découverte par Mariotte ou de la détermination des proportions dont les corps se combinent, même si le vocabulaire a changé. «J'appelle particule une portion infiniment petite d'un corps et de même nature que lui, en sorte qu'une particule d'un corps solide est solide, celle d'un liquide, liquide, et celle d'un gaz, a l'état aériforme.

Les particules sont composées de molécules tenues à distance 1°) par ce qui reste à cette distance des forces attractives et répulsives propres aux atomes; 2°) par la répulsion qu'établit entre elles le mouvement vibratoire de l'éther interposé; 3°) par l'attraction en raison directe des masses et inverse du carré des distances. Je nomme molécule un assemblage d'atomes tenus à distance par les forces attractives et répulsives propres à chaque atome, forces que j'admets être tellement supérieures aux précédentes, que celles-ci peuvent être considérées relativement comme presque insensibles. Ce que j'appelle atomes ce sont les points matériels d'où émanent ces forces attractives et répulsives.»(39,40).

Ainsi ce qui était appelé, en 1814, la molécule, schématisable par un point matériel, est désigné comme l'atome et ce qui était appelé la particule, "assemblage d'un nombre déterminé de molécules", est désigné comme la molécule. Ici, c'est l'éther et non plus le calorique qui remplit l'espace, et à la répulsion inhérente au calorique est substituée la répulsion due au mouvement vibratoire de l'éther (41)

Il reste que la géométrie moléculaire est inchangée: «les molécules ont nécessairement la forme d'un polyèdre, dont leurs atomes, ou du moins un certain nombre de ces atomes, occupent les sommets; et ce sont ces formes polyédriques qui sont désignées sous le nom de formes primitives par les cristallographes.» (42)

Quant à la conceptualisation des états de la matière, elle contient elle-aussi peu de modification: « j'admets que dans le passage des corps de l'état liquide à l'état gazeux, et réciproquement, les molécules ne font que s'écarter ou se rapprocher en passant d'un des états d'équilibre entre les forces qui déterminent leur distance à un autre état d'équilibre entre les mêmes forces; mais je pense que dans le passage de l'état liquide à l'état solide, deux, ou plusieurs de ces molécules, se réunissent pour former des molécules plus composées.

Les forces mécaniques ne peuvent que séparer les particules; la force qui résulte des vibrations des atomes peut séparer la molécule plus composée d'un solide en molécules plus simples, telles qu'elles sont dans un liquide et dans un gaz. Les forces chimiques peuvent, seules, partager ultérieurement ces dernières molécules.» (43,44)

Ici encore les vibrations des molécules et de l'éther sont étudiées à partir de celles de diapasons qui en faisant vibrer l'air ambiant, s'échangent une partie de leur force vive. (45)

«Les choses étant ainsi conçues, Ampère distingue les vibrations moléculaires, des vibrations atomiques. Dans les premières, les molécules vibrent en masse en s'approchant et s'éloignant alternativement les unes des autres»; dans les secondes, que les molécules vibrent ou non, «les atomes de chaque molécule ... vibrent ... toujours en s'approchant et en s'éloignant alternativement les uns des autres sans cesser d'appartenir à la même molécule.» (46)

Ampère attribue les phénomènes du son aux vibrations moléculaires et ceux de la chaleur et de la lumière aux vibrations atomiques et à leur propagation dans l'éther. Il distingue la propagation de la chaleur dans les corps de celle de la chaleur rayonnante. Il assimile la chaleur rayonnante et la lumière:la lumière n'est que de la chaleur rayonnante dont les vibrations ont des degrés d'intensité et de fréquence assez grands pour qu'elles puissent être transmises au travers des humeurs de l'oeil.

Ampère peut rendre compte de la chaleur rayonnante et de la lumière en considérant les molécules d'un corps chauffé comme de petits solides susceptibles de vibrer, chacune de leurs vibrations produit une onde qui se propage dans l'éther comme un diapason produit une onde sonore dans l'air environnant.

Il peut rendre compte de la propagation de la chaleur dans les corps en assimilant chacune des molécules à un solide susceptible de vibrer; si ces molécules ont des forces vives différentes, elles se transmettent de la force vive les unes aux autres par l'intermédiaire des vibrations de l'éther; (ou directement parce que, lorsqu'une molécule change de forme, les forces attractives et répulsives exercées par ses atomes sur ceux d'une molécule voisine éprouvent des changements qui tendent à modifier les vibrations des atomes de cette dernière).

Ampère montre que, dans les mêmes circonstances, «on trouve nécessairement pour la distribution de la force vive dans les diapasons les mêmes équations trouvées par Fourier pour la distribution de la chaleur.» (47) Ainsi la théorie de l'émission du calorique et celle des vibrations dans laquelle la force vive des mouvements vibratoires remplace le calorique conduisent au même résultat.

III - L'INTEGRATION DES VUES ATOMISTIQUES D'AMPERE DANS SA CLASSIFICATION DES SCIENCES

On peut attirer l'attention sur le fait que dans les théories de la chaleur, l'éther peut jouer le rôle qui était auparavant attribué au calorique. Comme le calorique, l'éther s'accorde à la théorie de l'action à distance, il n'est donc pas incompatible avec le mode d'explication newtonien de la nature, adopté à la société d'Arcueil.

Au terme de cette étude, il faut constater que, pas plus que les actions entre éléments de courant, les forces chimiques ne peuvent être déduites d'action en raison inverse du carré de la distance entre molécules électriques. Ici, comme en 1826, Ampère ne peut qu'indiquer la voie de *l'atomologie*, en en posant les préliminaires. La physique est encore loin de pouvoir apporter une explication sur chaque chose.

Ainsi il ne convient pas d'opposer la vision éthérienne d'Ampère à sa mathématisation laplacienne. D'ailleurs *l'atomologie* est, par essence, *une physique mathématique*, et il n'y a que les circonstances historiques - la méconnaissance de mécanismes qui échappent aux sens - qui rend la mathématisation impossible. Ampère se doit donc d'en rester à ce qui se donnerait à voir si nos sens n'étaient aussi grossiers.

Nous avons vu qu'Ampère considère qu'il a fondé "La théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques" sur l'observation des faits et sur l'expérience et qu'en cela sa marche est celle que Newton a tracée dans "Les principes mathématiques de la philosophie naturelles" la même que Fourier a suivie dans "La théorie analytique de la chaleur."

Dans la mesure où ces théories sont fondées sur des lois empiriques, il convient de supposer qu'elles expriment un point de vue troponomique sur les choses. Ce point de vue prévaut pour les théories de Fourier et d'Ampère. En ce qui concerne les "Principia" rappelons que dans la classification des sciences, Ampère n'attribue un caractère troponomique qu'aux lois de Képler; la loi d'attraction universelle est affectée d'un caractère explicatif qui conduit à attacher aux "Principia" de Newton et à la "Mécanique céleste" de Laplace un caractère cryptologique.

Cette évidence d'une correspondance des points de vue entre la mécanique céleste, la mécanique moléculaire voire même l'atomologie se marque dans le transfert de la loi d'attraction des corps célestes aux molécules inaccessibles à nos sens. Ce transfert est considéré comme une évidence par les gens d'Arcueil et Laplace l'explicite dans de nombreux articles et aussi dans son "Exposition du système du monde".

La théorie des phénomènes électro-dynamiques d'Ampère a pour objet les mouvements ou les états d'équilibre des conducteurs voltaïques et des aimants provoqués à la fois par des forces mécaniques et par des forces dues à l'électricité en mouvement, sans que la création de ces dernières soit prise en considération. Réduite à cet objet, cette science peut être considérée comme une théorie mécanique. Pour autant que nous puissions, anachroniquement, faire appel à la classification pour l'y ranger, nous pouvons, eu égard à son objet, la considérer comme une partie de la mécanique au même titre que l'hydrostatique ou l'hydrodynamique. De cette science, nous pouvons dégager une statique (la loi de forces entre éléments de courant est "déduite" de quatre conditions particulières d'équilibre des circuits voltaïques) et une dynamique, il est cependant raisonnable d'admettre qu'elle se range dans la dynamique à cause de son caractère troponomique.

Ampère a-t-il pu supposer un instant que la mécanique des fluides pourrait se substituer aux actions à distance pour expliquer les phénomènes électro-dynamiques? "Quant à moi, je ne doute guère que les attractions et répulsions des courants électriques ne soient comme l'attraction, un résultat des mouvements du fluide qui remplit tout l'espace" (48)

Dans une note omise lors de l'impression de la "Théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques" de 1826, Ampère regrette de ne pouvoir intégrer sa théorie à la dynamique des fluides. «La dynamique des fluides est bien loin du degré de perfection où il faudrait qu'elle fut pour que l'on puisse calculer la valeur de la force qui doit résulter, entre deux éléments de courant électrique, des mouvements que ces courants impriment à l'éther.» (49)

Ampère ne pouvait cependant s'arrêter bien longtemps à supposer que la dynamique des fluides ait réellement une valeur explicative.

Les phénomènes propres aux fluides au repos ou en mouvement et les lois qui en rendent compte ne peuvent être expliqués qu'en remontant à leur cause: les forces qui s'exercent entre les particules matérielles qui les constituent. La classification des sciences attribuera un caractère troponomique à la dynamique et un caractère cryptologique, à la mécanique moléculaire. Ainsi, la mécanique des fluides ne pourrait être qu'un détour nécessaire si les phénomènes électrodynamiques devaient être expliqués par la mécanique moléculaire.

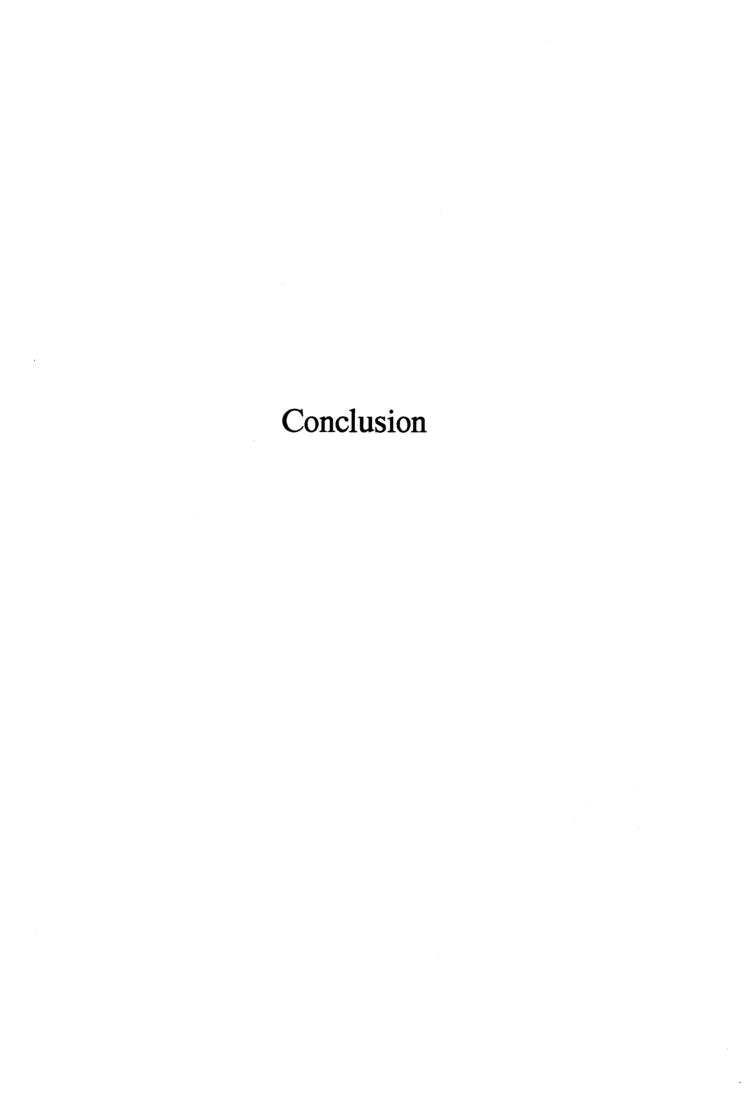
La théorie des phénomènes électro-dynamiques renferme quelques digressions à caractère cryptologique qui esquissent cet autre chapitre de la mécanique moléculaire sur les causes cachées des phénomènes électro-dynamiques, causes qui «résident dans les forces que les molécules de la matière exercent les unes sur les autres» (50)

En effet, il manque dans la présentation d'Ampère la détermination de ces actions entre courants à partir d'actions plus fondamentales, en raison inverse du carré de la distance entre molécules électriques, conformément à l'idéal explicatif des plus illustres mathématiciens et géomètres. Pour cela, il serait nécessaire de prendre en considération les décompositions et recompositions successives de l'électricité intermoléculaire du fil conducteur et les durées de ces processus; mais les données nécessaires aux calculs manquent encore. Selon Ampère, s'il était possible de retrouver ainsi l'action mutuelle de deux éléments, «cette explication du fait fondamental de toute la théorie des phénomènes électro-dynamiques devrait évidemment être préférée à toute autre» (51); toutefois, elle ne dispenserait pas d'entreprendre des recherches plus difficiles encore, «pour voir si l'explication contraire où l'on attribue les phénomènes électro-dynamiques aux mouvements imprimés à l'éther par les courants électriques [comme le fait Oersted], peut conduire à la même formule.»(52)

A.M.Ampère comme nous venons de le voir, ne s'est pas contenté d'une étude troponomique sur "l'électrodynamique", il a émis quelques hypothèses cryptologiques, fidèle en cela à son désir de progresser dans la connaissance des causes des phénomènes physiques. Il a cherché à connaître la nature et le mode de propagation des fluides impondérables, considérations qui l'ont amené vers la fin de sa vie à envisager une approche électrochimique.

Ces considérations, en accord avec les découvertes récentes sur la propagation de la lumière et de la chaleur, restent compatibles avec la description géométrique des arrangements atomiques dans les édifices moléculaires.

C'est alors que les explications qui exigent une variété d'agents impondérables mal définis, se simplifient considérablement puisqu'il suffit d'envisager un seul agent, fluide impondérable constitué de particules neutres au sein de la matière pondérable, l'éther, support unique des phénomènes du magnétisme, de l'électricité, de la chaleur de la lumière et des combinaisons chimiques.



Au terme de cette étude, nous constatons que l'examen de l'oeuvre philosophique d'Ampère permet de saisir la cohérence profonde de son oeuvre chimique et de mettre en perspective les opinions fort diverses que des historiens ont pu légitimement porter sur cette oeuvre, suivant les textes qui ont retenu leur attention. La chimie en tant que science des phénomènes observables à notre échelle est une science cryptoristique du 3ème ordre dans la physique générale. Ce sont les résultats de cette chimie là, et ceux de la physique expérimentale, science autoptique qui la précède immédiatement dans sa classification des sciences, dont A.M.Ampère a besoin pour remonter aux causes nouménales, et aborder des études véritablement cryptologiques, au niveau le plus intime de la matière.

"L'atomologie" est dans sa classification des sciences la science la plus achevée qui peut prétendre expliquer à la fois les phénomènes de la physique et de la chimie, à l'échelle des molécules (nous dirions aujourd'hui microscopique) c'est la plus complexe aussi et les données manquent encore pour s'y adonner, puisqu'on n'a aucun moyen de connaître les qualités sensibles des particules ultimes.

Par le biais d'une première abstraction opérée sur ces qualités sensibles, A.M.Ampère cherche à réduire les molécules ultimes à des points, centres de forces, et à les soumettre aux lois de la mécanique il fait alors de la mécanique moléculaire, science cryptologique du 3ème ordre qui appartient à la science du 1er ordre, mécanique, dans l'embranchement des sciences mathématiques. La Loi de Mariotte, pour Ampère, devrait être "expliquée" dans le cadre de la mécanique moléculaire, mais les expressions mathématiques qui traduisent les forces interparticulaires ne sont pas connues, il doit alors simplifier son objet d'étude pour l'aborder dans le cadre de la théorie des fonctions qui est une science troponomique du 3ème ordre faisant partie de l'arithmologie. L'étude de la combinaison chimique relève, elle aussi, de la mécanique moléculaire; dans l'impossibilité de l'aborder dans le cadre de cette science, Ampère, ici encore, simplifie son objet et traite le problème dans le cadre de la géométrie moléculaire, science cryptologique du 3ème ordre faisant partie de la géométrie.

C'est la théorie des rapports qui rend tout à fait légitime cette série d'abstractions concernant les objets de la science. Certains rapports qui ne dépendent pas de la nature des termes comparés sont transférables des phénomènes aux noumènes et voilà pourquoi à ses yeux, l'outil mathématique qui permet d'établir des rapports de "grandeurs et des mesures" est extrêmement performant en science, même si on manque de connaissance sur les caractères précis des éléments nouménaux que sont les particules ultimes de matière. La grande souplesse et l'adaptabilité que manifeste A.M.Ampère lorsqu'il s'agit de changer de "modèle" ou de représentation concernant la constitution intime de la matière ne sont pas à chercher ailleurs. Les rapports seuls comptent puisque l'esprit humain ne peut prétendre atteindre les noumènes; ainsi la découverte des rapports entre noumènes est la seule tâche de la Science. Les représentations de la structure intime des substances doivent être modelées au fur et à mesure

des acquis phénoménologiques nouveaux. Ces représentations peuvent changer, les rapports, eux, demeurent.

Abandonner le point de vue troponomique sur les choses pour le point de vue cryptologique n'implique pas contradiction: Ampère peut rendre compte de la combinaison chimique en supposant que les différents corps simples sont des configurations géométriques stables de molécules schématisables par des points matériels; il peut aussi chercher à établir la loi de Mariotte sur des considérations atomistiques.

La classification naturelle des corps simples en chimie, la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement "déduite" de l'expérience apportent une contribution importante à la science positive. Ampère fonde la classification des corps simples sur leurs propriétés physiques et chimiques et ne recourt jamais à leurs poids atomiques; leurs molécules peuvent être ou bien les atomes "insecables" de Dalton ou bien des arrangements stables de particules toutes semblables d'une "même matière homogène" de H.Davy, A.M.Ampère ne tranche pas.

Quant à l'exposé de la théorie des phénomènes électro-dynamiques, s'il comprend des digressions sur les causes cachées de ces phénomènes, la théorie elle-même n'en dépend nullement.

Dans ces études, Ampère pousse l'abstraction jusqu'à l'ignorance des fluides électriques des deux signes qui rentrent dans la constitution la matière.

En poussant moins loin l'abstraction, Ampère peut rechercher le rôle de ces fluides impondérables dans la constitution de la matière pondérable et tenter d'expliquer: le courant voltaïque, la combinaison chimique, les phénomènes électro-dynamique et ceux de la lumière et de la chaleur.

En son temps, Ampère est peut être le savant français qui comprend le mieux la philosophie et la science allemande. Il trouve dans les conflits de forces d'Oersted l'inspiration de ses décompositions et recompositions d'un fluide électrique neutre dans lequel il cherche la cause des phénomènes électro-dynamiques. Aussi, en ce début du XIX^e siècle, l'oeuvre d'Ampère, plus que toute autre, fait apparaître les théories "corpusculaire" et "dynamiste" comme les deux faces d'une même réalité: l'une où l'espace est, en partie vide, en partie plein et où les forces émanent des corpuscules, l'autre, où l'espace est plein de forces et où la matière n'est que la manifestation du conflit de ces forces.

Ampère est,un moment, tenté d'expliquer les phénomènes électro-dynamiques par des mouvements que les courants voltaïques impriment à un éther qui remplit l'espace et il ne juge la tentative prématurée que parce que les fondements de la dynamique des fluides sont encore mal assurés.

Cependant, dans la classification des sciences, *l'hydrodynamique* est une science de caractère troponomique, aussi les mouvements imprimés à l'éther ne peuvent-ils être expliqués que par la mécanique moléculaire qui, seule, a un caractère cryptologique. N'est-il pas

significatif que c'est, dans sa classification des sciences noologiques (les sciences de la pensée), en traitant *l'ontologie*, qu'Ampère affirme que l'atomisme est une réalité scientifiquement démontrée? En effet, selon lui, les expériences de Fresnel ont prouvé que la lumière est produite par les vibrations transversales d'un fluide et le calcul a démontré que de telles vibrations ne peuvent avoir lieu que si ce fluide est composé d'atomes tenus à distance les uns des autres par des forces répulsives.

Jean Jacques Ampère rapporte l'attachement de son père pour la vision newtonienne du monde: «l'espace est vide. Le remplissez-vous d'un fluide subtil? Alors entre les molécules de ce fluide, qu'y a-t-il? Un autre fluide? Et entre les siennes?».

Ainsi, même si le dynamisme kantien d'Oersted et le dynamisme inspiré de la monadologie leibnizienne de Davy ont rencontré l'intérêt passionné d'Ampère nous ne pensons pas que cela suffise à faire d'Ampère un dynamiste qui, par certains de ses propos, composerait avec les convictions corpusculaires de Laplace et des autres membres de la Société d'Arcueil. Si nous avons évoqué les processus d'abstraction chez Ampère qui lui permettent de résoudre les problèmes de physique générale, par les méthodes des sciences mathématiques nous n'avons pas abordé du tout les mathématiques d'Ampère en elles-mêmes.

Il nous paraît intéressant de mettre en perspective, et ce sera l'objet d'un prochain article, les différents modèles mathématiques utilisés, dans le modèle statique des gaz, pour la démonstration de la loi de Mariotte, par I.Newton, A.M.Ampère et S.Laplace.

D'autre part, il nous semble qu'une étude comparative de l'établissement de la loi d'Avogadro - Ampère par ces deux auteurs, en les rattachant à leur tradition respective serait à entreprendre. De même que nous aurions intérêt à rechercher quelle est l'originalité de la méthodologie d'Ampère par rapport à celle de ses contemporains: Biot, Poisson, Laplace...

Nous n'avons pas abordé, dans le cadre de cette étude, les arguments développés par A.M.Ampère lors de la controverse sur les corps simples et composés avec Gay-Lussac.

Notre étude s'est centrée sur une approche interne des textes publiés d'A.M.Ampère, nous n'avons pas traité de ses écrits non aboutis. Il resterait à faire une étude externe, prenant référence dans sa vie et son environnement affectif, politique et culturel de son temps. Les biographies de P. Williams, de Launay et Valson ainsi que sa très volumineuse correspondance publiée ou non, constituent d'excellents outils disponibles.

«M.Ampère se livra particulièrement à l'étude de la physique, de la chimie et surtout de la philosophie spéculative dans son application aux autres sciences, il aimait à voir dans cette application une source de nouveaux progrès et pour ces sciences et pour la philosophie ellemême.» Dans cette phrase d'un manuscrit autographe rédigé à la troisième personne, A.M.Ampère résume ce que nous avons voulu montrer tout au long de ce mémoire; à savoir comment les oeuvres chimique et philosophique d'A.M.Ampère se sont fécondées l'une l'autre, et comment elles ont constituées dans sa pensée des approches particulièrement cohérentes d'une même réalité.

NOTES ET REFERENCES

PARTIE I, CHAPITRE 1

- 1 "Philosophie des deux Ampère" (publiée par J.Barthélémy Saint Hilaire) Didier et Cie, Paris, 1866, p.12.
- 2 Barthélémy Saint Hilaire dans l'avant propos du livre "Philosophie des deux Ampère", loc.cit., cite Maine de Biran «M.Ampère a exposé notre doctrine commune sur le sentiment du moi et l'activité...» p.XIV
- 3 P.Costabel, "L'activité scientifique d'Ampère", Revue d'Histoire des Sciences, <u>30</u>, 2, 1977, p.105-112.
- 4 R.Taton, "Repères pour une biographie intellectuelle d'Ampère", Revue d'Histoire des Sciences, 31, 3, 1978, 233-248.
- 5 Sainte-Beuve, "Notice sur M.Ampère" dans "Essai sur la philosophie des sciences", partie II, Bachelier, Paris, 1843, p.IX.
- 6 J. Chevalier, "Histoire de la pensée", Vol. III, Flammarion, (1961), p. 414-574, .
- 7 R. Locqueneux, "Histoire de la physique" Que sais-je?, Puf, 1987.
- 8 E.Kant cité par H.Bréhier, "Histoire de la philosophie", Tome II (1800-1850), Alcan Puf, 1940, p.568.
- 9 "Philosophie des deux Ampère", loc.cit., p.12.
- 10 ibid., p.12.
- 11 ibid., p.27,28,29,30.
- 12 P.Hallie, "Condillac (E.B. de)", Dictionnary of philosophy, édité par P.Ewards, Collier Macmillan publishers, London, 1967, (reprint, 1972), p.180.
- 13 F.Bouiller "Condillac" (E.B. de) "Dictionnaire des sciences philosophiques", dirigé par A.Franck, Hachette, Paris, 2è ed., 1875, p.291 à 295.
- 14 P.Trotignon, Encyclopedia Universalis, "Condillac (E.B. de)" Vol. 4, p.847.
- 15 On sait tout le parti que Lavoisier a tiré de cette philosophie lorsqu'il entreprit de renouveler la nomenclature chimique, «Et en effet tandis que je croyais ne m'occuper que de nomenclature, tandis que je n'avais pour objet que de perfectionner le langage de la chimie, mon ouvrage s'est transformé insensiblement entre mes mains, sans qu'il m'ait été possible de m'en défendre en un traité élémentaire de chimie... il en résulte qu'on ne peut perfectionner le langage sans perfectionner la science, ni la science sans le langage et que quelque certains que fussent les faits, quelque justes que fussent les idées qu'ils auraient fait naître, ils ne transmettraient encore que des impressions fausses, si nous n'avions par des expressions exactes pour les rendre.» A.L.Lavoisier, Discours préliminaire du traité élémentaire de chimie, Oeuvres complètes, 4 volumes, Imprimerie Impériale, Paris, 1862., tome I, p.2.; Traité élémentaire de chimie, 2 volumes, Cuchet, Paris, 1789; fac-similé, Culture et Civilisation, Bruxelles, 1963.

- 16 P.Hallie, dans "The Encyclopedia of philosophy", loc.cit., p. 180.
- 17 Cité par J. Chevalier, loc.cit., p.529.
- 18 E.Bonnot de Condillac, cité par P.Hallié dans le "Dictionnaire des Sciences philosophiques", loc.cit., p.293.
- 19 "Philosophie des deux Ampère", loc.cit., J.J.Ampère, p.33.
- 20 E.Bonnot de Condillac cité par P.Hallié dans le "Dictionnaire des Sciences philosophiques", loc.cit., p.293.
- 21 "Philosophie des deux Ampère", loc.cit., p.44.
- 22 A.M.Ampère, ibid., p.65.
- 23 A.D.Franck, "Dictionnaire des sciences philosophiques", loc.cit., p.294.; E.Brehier, "Histoire de la philosophie", loc.cit., p.599-613.
- 24 N. et J. Dhombres, Naissance d'un nouveau pouvoir : Sciences et Savants en France, 1793-1824, Payot, Paris, 1989.
- 25 Dubois d'Amiens, "Cabanis (Pierre-Jean-Georges)", p.225-230; Bouillier, "Destutt deTracy", p.382-384, M. Henne, "Idéologie", p.768-771; dans "Dictionnaire des Sciences philosophiques", dirigé par A.D.Franck, loc.cit.
- 26 A. Canivez, "Les idéologues", dans Encyclopedia Universalis, Vol.8, p.722.
- 27 G. Gusdorf, "La conscience révolutionnaire des idéologues", Payot, Paris, 1978.
- 28 J.Chevalier, "Histoire de la pensée", Volume.III, loc.cit., p.526-535.
- 29 Dest_utt.de Tracy, cité par G.Gusdorf,"La conscience révolutionnaire des idéologues", loc.cit., p.354.
- 30 P.J.Cabanis, cité par G.Gusdorf, loc.cit., p.356,357.
- 31 H. Gouhier, "Etudes sur l'histoire des idées en France depuis le XVII^e siècle", J.Vrin, Paris, 1980, p.97-125.
- 32 Ernest Naville, "Maine de Biran", dans "Dictionnaire des sciences philosophiques", dirigé par A.D.Franck, loc.cit., p.1006-1012.
- 33 Ph. Hallié, "Maine de Biran", in "The encyclopedia of philosophy" par Paul Edwards, loc.cit., p.134-137.
- 34 E.Bréhier, "Histoire de la philosophie", loc.cit., p.542-560.
- 35 J.Chevalier, "Histoire de la pensée", Vol.IV, loc. cit., p.175-255.
- 36 F.Maine de Biran, cité par E.Bréhier, loc.cit., p.553.
- 37 ibid., p.558.
- 38 ibid, p.560.
- 39 F.Maine de Biran, cité par J.Chevalier, ibid., p.183.
- 40 L.Guillermit, "Kant, E.", Encyclopédia Universalis, Vol. 9., p.616-622.
- 41 M.Cl. Bartholy et P.Acot, "Philosophie épistémologie", Ed. Magnard, 1981.
- 42 J.Barni, "Kant E." dans "Dictionnaire des sciences philosophiques", dirigé par A.D.Franck, loc.cit., p.856-877.

- 43 J.Chevalier, "Histoire de la pensée", Vol.III, loc. cit., p.575-640.
- 44 D.Folscheid, "Les grands philosophes", "Que sais-je?", PUF, 1988, p.61-68.
- 45 E.Kant, cité par M.Cl.Bartholy, loc.cit., p.72.
- 46 E.Kant, cité par M.Cl.Bartholy, loc.cit., p.74.
- 47 E.Kant, cité par J.Chevalier, loc.cit., p.588.
- 48 ibid, p.589.
- 49 E.Kant, cité par M.Cl.Bartholy, loc.cit., p.76.
- 50 ibid., p.74.
- 51 D.Folscheid, "les grands philosophes", loc.cit., p.61-69.
- 52 E.Kant, cité par J. Chevalier, p. 598.
- 53 E.Kant, ibid p. 598.
- 54 "Philosophie des deux Ampère" loc. cit., p. 13.
- 55 ibid, p. 159-160.
- 56 ibid., p.14.

PARTIE I, CHAPITRE 2

- 1 "Philosophie des deux Ampère" (publié par J.Barthélémy Saint-Hilaire, Didier et Cie, Paris, 1866, p.22.
- 2 ibid., (Lettre à Maine de Biran) p. 195.
- 3 ibid., p.18-19.
- 4 Ampère a peut-être trouvé dans "La critique de la raison pure" de Kant la distinction entre les phénomènes et les noumènes, mais il l'attribue à Descartes. De plus, il se refuse à suivre Kant lorsque ce dernier suppose que notre perception des choses est réglée par les formes a priori de notre sensibilité et que les relations que nous mettons entre les apparences, nécessaires à l'intelligibilité du réel, traduisent moins les relations entre les choses -qui nous sont inconnaissables- que les formes a priori de notre entendement. Selon Jean Jacques Ampère, son père «a combattu chez Kant la conception des substances et de leurs rapports, donnée comme une condition subjective de l'entendement humain» (J.J.Ampère, in "Philosophie des deux Ampère", loc.cit., p.159-160)
- 5 ibid., p.22,23.
- 6 ibid., p.24.
- 7 ibid., p.70.
- 8 ibid., p.25.
- 9 ibid., p.68.
- 10 ibid., p.33.
- 11 ibid., p.36.
- 12 ibid., p.41.
- 13 ibid., p.41.
- 14 E. Bonnot de Condillac cité par J.J.Ampère, ibid., p.41.
- 15 E. Kant cité par J.J.Ampère, ibid., p.44.
- 16 F. P. Maine de Biran cité par J.J.Ampère, ibid., p.47.
- 17 ibid., p.51.
- 18 ibid. p.51.
- 19 ibid., p.59.
- 20 ibid., p.69.
- 21 ibid., p.70.
- 22 R. Descartes cité par J.J.Ampère, ibid., p.71.
- 23 ibid., p.74.
- 24 ibid., p.76.
- 25 ibid., p.78-79.
- 26 A.M.Ampère cité par J.J.Ampère, ibid., p.81.
- 27 A.M.Ampère cité par J.J.Ampère, ibid., p.80.

- 28 A.M.Ampère cité par J.J.Ampère, ibid., p.82.
- 29 A.M.Ampère cité par J.J.Ampère, ibid., p.83.
- 30 ibid., p.85-86.
- 31 ibid., p.90.
- 32 ibid., p.91.
- 33 ibid., p.91.
- 34 ibid., p.92.
- 35 ibid., p.93.
- 36 ibid., p.94.
- 37 ibid., p.96.
- 38 ibid., p.102.
- 39 ibid., p.102-103.
- 40 ibid., p.105.
- 41 ibid., p.107.
- 42 ibid., p.108.
- 43 ibid., p.110.
- 44 ibid., p.114-115.
- 45 ibid., p.117.
- 46 ibid., p.119.
- 47 ibid., p.120.
- 48 ibid., p.129.
- 49 ibid., (Lettres à Maine de Biran) p.284,285.
- 50 ibid., p.129.
- 51 ibid., p.132.
- 52 ibid., p.134
- 53 ibid., p.136.
- 54 A.Marcovich, "La théorie philosophique des rapports d'André-Marie Ampère", Revue d'Histoire des Science, 30, 2, 1977, p.119-123.
- 55 "Philosophie des deux Ampère", loc.cit., p.138.
- 56 ibid., p.142.
- 57 ibid., p.151.
- 58 ibid., (Lettres à Maine de Biran), p.256.
- 59 ibid., p.251.
- 60 ibid., p.246,247.
- 61 ibid., p.250.
- 62 ibid., p.141.
- 63 ibid., p.153.
- 64 ibid., (Lettres à Maine de Biran) p. 329-330.

- 65 A.M.Ampère (Lettre à Maine de Biran) cité par J.Chevalier, "Histoire de la pensée philosophique", Vol. IV, notes, p.341.
- 66 I.Barni "Kant. E" Dictionnaire des sciences philosophiques dirigé par A. D. Franck, Hachette Paris 2ème édition, 1875, p. 856-877.
- 67 "Philosophie de mon père", loc.cit., p.156.
- 68 ibid., p. 118-119.
- 69 ibid., (Lettres à Maine de Biran) p.268.
- 70 A.M.Ampère, nous le verrons plus loin dans sa classification des Sciences, s'efforce de maintenir les deux méthodes à la fois, la méthode naturelle qui classe d'après les anologies des objets à classer et la méthode qui utilise les facultés de notre intelligence.
- 71 ibid., p.260 à266.
- 72 ibid., p.257.
- 73 ibid., p.265.
- 74 ibid., p.264.
- 75 ibid., p.258-260.
- 76 ibid., p.260.
- 77 ibid., p.283-284.
- 78 ibid., p.268.
- 79 ibid., p.272-273.
- 80 Les lettres qu'Ampère adresse à Maine de Biran en 1812 donnent les premières tentatives de cette classification, celle-ci fut développée dans les leçons philosophiques qu'il donna à la Sorbonne de 1819 à 1820 et au Collège de France. Nous n'avons de ces cours qu'un extrait par M.Roulin. extrait publié dans le numéro du "Temps", du 22 juillet 1833. Cet article fut complété par Ampère et publié dans "L'essai sur la Philosophie des Sciences".
- 81 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", 2 vol., Mallet-Bachelier, Paris, 1856, Note, LI, LII; (fac-similé du 1er volume, Culture et Civilisation, Bruxelles, 1966).
- 82 ibid., L II
- 83 ibid., L III
- 84 ibid., L IV
- 85 ibid., LIV
- 86 ibid., L IV
- 87 L.P.Williams, "A.M.Ampère", in Dictionary of scientific biography, New-York, Scribners, 1981, vol.1, p.139.
- 88 T.H.Martin, "A.M.Ampère", Dictionnaire des sciences philosophiques, loc. cit. p. 51.
- 89 P.Duhem, "Prémices philosophiques", E.J.Brill, Leiden, (1987), p. 126.

PARTIE I, CHAPITRE 3

- 1 A.M.Ampère dans "Oeuvres de M.de Biran", Ed. Tisserand, T.VII, p.406, lettre du 27 sept. 1807.
- 2 A.M.Ampère "Essai sur la philosophie des sciences", lère partie, loc. cit.
- 3 ibid., p.2.
- 4 ibid., p.3.
- 5 ibid., p.4.
- 6 Cité par A.Lalande "Lectures sur la philosophie des sciences", Librairie Hachette, Paris 1922, p.49.
- 7 A.M.Ampère "Essai sur la philosophie des sciences", préface, loc.cit., p.VI.
- 8 cf. ch.1 Cabanis «la méthode qu'elle fonde sur la connaissance des facultés de l'homme et qu'elle approprie à la nature des différents objets»
- 9 A.M.Ampère "Essai sur la philosophie des sciences", préface, loc.cit., p.VII.
- 10 ibid., p.IX.
- 11 ibid., p.XI.
- 12 ibid., p.XI.
- 13 ibid., p.XII.
- 14 ibid., p.6-7.
- 15 ibid., p XXI.
- 16 ibid., p.XXIII.
- 17 ibid., p.XXV.
- 18 ibid., p.XXV-XXVI.
- 19 ibid., "notes", p.LV.
- 20 ibid., "notes", p.LV.
- 21 ibid., "notes", p.LVI.
- 22 ibid., "préface", p.XIV.
- 23 ibid., "préface", p.XVII.
- 24 ibid., "préface", p.XVIII-XIX.
- 25 ibid., "préface", p.XXIX.
- 26 ibid., "préface", p.XVIII-XIX.
- 27 ibid., "préface", p.XXXI.
- 28 ibid., p.9-10.
- 29 P.Tort, "La raison classificatoire", R.E.S. Aubier, Paris, 1989, p.291-337.
- 30 A. M. Ampère "Essai sur la philosophie des sciences", loc. cit., p. 1.
- 31 ibid., p.2.
- 32 ibid., p.5.
- 33 ibid., p.5.

- 34 N. et J. Dhombres "Sciences et Savants en France 1793-1824" Payot historique 1989.
- 35 L.de Launay "Le grand Ampère" Paris, Perrin, 1925.
- 36 A.M.Ampère "Essai sur la philosophie des sciences" loc.cit., p.20.
- 37 Ampère définit ainsi la mathésiologie «[où l'on] se propose d'établir, d'une part, les lois qu'on doit suivre dans l'étude ou l'enseignement des connaissances humaines, et de l'autre, la classification naturelle de ces connaissances» ibid, p.XXX.
- 38 ibid., p.21.
- 39 ibid., p.22.
- 40 ibid., p.13.
- 41 ibid., p.XXIX.
- 42 ibid., p.10.
- 43 ibid., p.XXXVI.
- 44 ibid., p.XXXVII.
- 45 ibid., p.XLIX.
- 46 ibid., p.11,12.
- 47 ibid., p.40,41.
- 48 «Mais en disant que ces divers points de vue se reproduisent dans toutes les branches des connaissances humaines, je n'entends pas dire que ce soit toujours identiquement de la même manière. Restant les mêmes quant au fond, ils éprouvent nécessairement quelques modifications d'après la nature des objets auxquels ils s'appliquent, Ainsi, par exemple, dans la plupart des sciences noologiques, le point de vue cryptoristique prend un caractère interprétatif qu'il présente plus rarement dans les sciences cosmologiques; .» (ibid., p.41)
- 49 ibid., p.11.
- 50 ibid., p.23.
- 51 ibid., p.24.
- 52 Ampère relève une autre analogie entre ces quatre points de vue.
- 1° «Entrel le premier et le troisième point de vue, fondés également sur l'observation et l'intuition, et qui ne diffèrent qu'en ce que, dans le premier, on étudie l'objet tel qu'il se présente, indépendamment des changements qu'il peut éprouver, et de ses rapports avec d'autres objets, tandis que, sous le troisième point de vue, on l'observe relativement à ces changements et à ces rapports;
- 2° Entre le second et le quatrième point de vue, qui recherchent tous deux ce qu'il y a d'inconnu dans cet objet, et dont la seule différence consiste en ce que, dans le second, il suffit, pour découvrir ces inconnues, des connaissances acquises dans le premier, et que, dans le quatrième, la recherche plus difficile d'inconnues plus cachées encore ne doit être tentée qu'après qu'on a réuni sur cet objet toutes les notions acquises dans les trois précédents.» (ibid., p.42)
- 53 ibid., p.25,26.

- 54 ibid., p.26.
- 55 ibid., p.27.
- 56 Ainsi une science du premier ordre est toujours constituée par quatre sciences du troisième ordre qui ne diffèrent entre-elles qu'en ce que leur objet commun y est considéré sous ces divers points de vue. D'une manière analogue, chaque embranchement est constitué de quatre sciences du premier ordre et chaque règne de quatre embranchements et ces quatre sciences du premier ordre comme ces quatre embranchements correspondent les uns par rapport aux autres, d'une certaine manière, à ces quatre points de vue. (Il en résulte que les mathématiques sont autoptiques, la physique, cryptoristique etc...).
- 57 A.M.Ampère, "Essai sur la philosophie des sciences", loc.cit., p.31.
- 58 ibid., p.31.
- 59 ibid., p.70.
- 60 ibid., p.98.
- 61 ibid., p.125.
- 62 ibid., p.14.
- 63 ibid., p.15.
- 64 ibid., p.16.
- 65 ibid., préface, p.XIV.
- 66 ibid., note, p.55.
- 67 Une différence existe cependant en psychologie, il faut concevoir un lien entre les phénomènes sensitifs et actifs alors que dans la classification des sciences on peut séparer les règnes cosmologique et noologique.
- 68 Ampère constate qu'il s'accorde ainsi à la tradition académique française qui situe la mécanique et l'astronomie dans le domaine des mathématiques.
- 69 Sur le rôle des probabilités dans l'établissement des lois expérimentales et pour l'acquisition de leur certitude: voir les préfaces des traités élémentaires de Physique d'Haüy, de Biot ...
- 70 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., p.44.
- 71 ibid., p.46.
- 72 ibid., p.48.
- 73 ibid., p.49.
- 74 Le terme "cinématique" est l'un des nombreux néologismes construits par Ampère (Essai sur la philosophie des sciences, p. XL et XLI, p.29) P.G. Tait et W. Thomson en consacreront l'usage en développant cette science dans leur traité de philosophie naturelle de 1867, «Nous adoptons la suggestion d'Ampère et utilisons le terme "cinématique" pour la science purement géométrique du mouvement dans l'abstrait. Gardant en vue les propriétés du langage, et suivant l'exemple des auteurs les plus logiques, nous employons le terme "dynamique", dans son vrai sens, comme la science qui traite de l'action de "force", soit qu'elle maintient un repos relatif ou

qu'elle produit une accélération du mouvement relatif. Les deux divisions correspondantes de la dynamique sont alors convenablement appelées "statique" et "cinétique".» (P.G.Tait and W.Thomson, Treatise on natural philosophy, Cambridge at the University Press, New Edition, 1879, préface, p.6).

- 75 Lazare Carnot a imaginé, sans la nommer, une «théorie des mouvements géométriques, une espèce de science intermédiaire entre la géométrie ordinaire et la mécanique.» (Lazare Carnot, "Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement", Déterville, Paris, 1803, p.116).
- 76 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., p.53.
- 77 ibid., p.52.
- 78 ibid., p.67.
- 79 ibid., p.56,57.
- 80 ibid., p.56.
- 81 ibid., p.68.
- 82 ibid.,p.193.
- 83 ibid., p.190,191.
- 84 ibid., p.189.
- 85 ibid., p.229.
- 86 ibid., p.228,229.
- 87 Un autre mode de subdivisions des sciences du troisième ordre est habituellement fait, dans lequel les subdivisions sont fondées sur les objets, mais elles ne font que diviser une science en différents chapitres et il n'est ni utile, ni pertinent, de les prendre en compte dans une classification des sciences. «On est dans l'usage de diviser la statique en statique proprement dite et hydrostatique, et de faire la même division dans la dynamique, ... Mais alors ce n'est pas seulement pour ces deux sciences qu'il faudrait adopter cette division, on devrait aussi la faire dans la mécanique moléculaire, entre les calculs qui, sont, par exemple, relatifs aux vibrations des corps solides, et ceux qui se rapportent aux mouvements vibratoires des fluides, ce qui n'est nullement admissible.» (ibid., p.66).
- 88 "Philosophie des deux Ampère", loc. cit., p. 109.
- 89 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", t. 1, loc.cit., p. 194.
- 90 Cette définition est justifiée tant que l'on ne conçoit pas que l'on puisse connaître par l'analyse spectrale la constitution physique des planètes et des astres c'est-à-dire tant que l'unité des matériaux du monde terrestre et stellaire n'est pas établie.
- 91 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., p.70,71.
- 92 ibid., p.71.
- 93 ibid., p.71,72.
- 94 ibid., p.72,73.
- 95 ibid., p.73

- 96 ibid., p.73,74.
- 97 ibid., préface, p.9.
- 98 ibid., préface, p.9,10.
- 99 Sans que l'on puisse parler d'influence, nous pouvons rapprocher la stéréonomie d'Ampère du dynamisme de Tait et Thomson ou de l'énergétisme de Rankine, qui furent développés une trentaine d'années plus tard. Pour ces auteurs, le dynamisme représente la forme la plus accomplie de toutes les théories physiques et s'ils usent de "machineries cachées" susceptibles d'évoquer une quelconque atomologie, celles-ci n'ont pour eux qu'une valeur heuristique et ils conviennent de les abandonner dès qu'elles ont cessé d'être utiles. En effet, pour ces auteurs, tout recourt à des modèles ou analogies mécaniques et n'a d'intérêt qu'à cause des relations mathématiques qui peuvent leur être attachées, pourvu que ces relations entre grandeurs physiques inobservables, donc hypothétiques, débouchent sur des relations mathématiques entre grandeurs physiques mesurables, lesquelles relations doivent être confrontées à l'expérience. A l'opposé, pour Ampère, l'atomologie est l'accomplissement de la connaissance en physique générale.
- 100 Entre la dynamique et la stéréonomie d'Ampère, il n'y a qu'une différence de degré d'abstraction; la dénomination stéréonomie n'ayant jamais été adoptée, le terme "dynamique" peut désigner l'une ou l'autre science.: la théorie dynamique de la chaleur, telle qu'elle est exposée par J.C.Maxwell dans sa "Theory of Heat" (Longmans, Green and Co, London, 1871) est un bon exemple de théorie stéréonomique.
- 101 M.A. Baudrimont "Observations sur les équivalents chimiques comparés aux éléments corpusculaires". Paris 1877 (Extrait du Moniteur scientifique.) p.3-4.
- 102 A.M.Ampère, dans "Correspondance du Grand Ampère" (L. de Launay, Ed.) Gauthier-Villars, Paris 1936, vol. II, p. 435.
- 103 A.M.Ampère "Essai sur la philosophie des sciences" loc.cit., note p.LX.

PARTIE II, CHAPITRE 1

- 1 H.Metzger,"Les doctrines chimiques en France du XVII^e siècle à la fin du XVIII^e siècle",Paris 1923, 2nde éd., 1969 et "Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique", Paris, 1930, 2nde éd., 1974.
- 2 A. F.de Fourcroy, article "Chimie", Dictionnaire de l'Encyclopédie méthodique, Paris, 1796, p.307.
- 3 R.J.Haüy, "Traité élémentaire de physique", Paris, Delance et Lesueur, 1803, introduction p.ij.
- 4 A.Comte, "Cours de philosophie positive", I. Hermann, p. 570.
- 5 M. B.Hesse, "Forces and Fields", Th.Nelson and Sons, Ltd 1961.
- 6 Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Années 1819-1820, tome IV, Paris 1824, p.LXXXij.
- 7 M. B.Hesse "Forces and Fields", loc.cit., p.155-156.
- 8 T.H.Levere "Affinity and Matter" Oxford University Press, 1971
- 9 J. L. Gay-Lussac, "Leçons de Physique", tome 1, Grosselin, Paris, 1828.
- 10 J. B. Biot, "Traité de Physique expérimentale et mathématique", Deterville, Paris, 1816, p.4.
- 11 M.Crosland, The society of Arcueil, A wiew of French Science at the time of Napoléon 1er, Cambridge University Press, Cambridge, 1967, R.Fox, "The rise and fall of Laplacian physics", Historical studies in the physical Sciences, 4, 1974, p.89-137; "The caloric theory of gases", Oxford at the Clarendon Press, 1971.
- 12 J. B. Biot, "Traité de physique" loc.cit., p.5.
- 13 ibid., p.6.
- 14 A ce sujet consulter: R.S.Fleming, "Newton, gases and Daltonian chemistry The foundations of combinaison in definite proportion", Annals of Science, 31, 6, 1974, p.561-574.
- 15 A.L.Lavoisier, "De la combinaison de la matière du feu avec les fluides évaporables...", Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, 1777, p. 420-432, in Oeuvres complètes,loc. cit., t.2, p.212-224; p.212.
- 16 A.L.Lavoisier, "Réflexions sur le phlogistique", 1777, Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1783, p.505, Oeuvres, loc.cit., t.2, p.623-655, p.641.
- 17 J. B. Biot, "Traité de physique expérimentale et mathématique", loc.cit., p.7-8.
- 18 P. S. Laplace, "La Mécanique Céleste", livre 12, 1798-1825, in Oeuvres complètes, Gauthier-Villars, Paris, 1898, t.5, p.112.
- 19 J.Dhombres, "La théorie de la capillarité selon Laplace Mathématisation superficielle ou étendue?", Revue d'Histoire des Sciences, 42, 1/2, 1989, p.43-77.

- 20 A.M.Ampère, "Démonstration de la relation découverte par Mariotte entre les volumes des gaz et les pressions qu'ils supportent à une même température", Annales de Chimie et de Physique, 94, 1814, p.145-160.
- 21 C.L.Berthollet, dans T.Thomson, "Système de Chimie", trad. de la seconde édition, 1807,par J.Riffault, Mme Ve Bernard, Paris, 1809; introduction, p.5,6, et p.9.
- 22 C.L.Berthollet, in T.Thomson, loc.cit., introduction, p.2.
- 23 A.L.Lavoisier, Oeuvres, loc.cit., tome II, p. 525.
- 24 R.J.Haüy, "Physique", in Séances des Ecoles Normales de l'an 3, recueillies par des sténographes, Imprimerie du Cercle Social, Paris, 1800-1801, tome 2, 5è leçon, p.137.
- 25 P.S.Laplace, "Exposition du système du monde" 2è édition, Paris, an VII, (1799-1800), p.287, (réédition de l'édition de 1835, Fayard, Paris, 1984).
- 26 Cl.L.Berthollet, "Essai de statique chimique", Firmin Didot, Paris, 1803, p.2, (réédition en fac-similé, Culture et Civilisation, Bruxelles, 1968).
- 27 Consulter à ce sujet, M. B.Hesse, "Forces and Fields", loc.cit., p.164 et suivantes.
- 28 G.W.Leibniz, "La monadologie", précédée d'une préface de E.Boutroux, Delagrave, Paris 1978.
- 29 J. Vuillemin, "Physique et métaphysique kantienne", PUF, Paris, 1955, p.119-128.
- 30 T.H.Levere, "Affinity and Matter", loc.cit., p.130.
- 31 H.C. Oersted cité par T.H.Levere, ibid., p.131.
- 32 ibid., p.139.
- 33 D.M.Knight, "Atoms and elements", Hutchinson of London, 1967, p. 14.
- 34 T.H.Levere, loc.cit., p.25.
- 35 H.Davy, cité par T.H.Levere, ibid., p67.
- 36 J. B. Biot, "Traité de physique", loc.cit., introduction, p.XVI-XVII.
- 37 ibid., p.8.
- 38 ibid., p.I
- 39 C.L.Berthollet, in T.Thomson, loc.cit., introduction, p.2.
- 40 J.B.Dumas, "Leçons sur la philosophie chimique", 1ère éd. 1839, réédition fac similé, Bruxelles, 1972, p.352-353.
- 41 W.V.Farrar, "Dalton and the structural Chemistry" in John Dalton and the progress of Science", Manchester University Press and Barnes, Noble Inc., New York, 1968, p.291.
- 42 C. A. Würtz, "Dictionnaire de chimie pure et appliquée", Vol. I, Paris, 1869, p. 78.
- 43 M. B.Hesse, "Forces and Fields", loc.cit., p.151.
- 44 A. Thackray, "Atoms and powers" Oxford University Press, 1970, p.25 et suivantes.
- 45 J.Dalton, "New system of chemical philosophy", part I, Manchester, R.Bickerstaff, Strand, London, 1803, p.142-143.
- 46 ibid., p.212-213.
- 47 ibid., p.213.

- 48 J.Dalton, cité par D.M.Knight, loc.cit., p.32.
- 49 H.Davy, collected Works, Vol. VII, London, 1840.p. 93.
- 50 J. J. Berzélius, "Théorie des proportions chimiques", Firmin Didot frères, Paris, 1835, p.3.
- 51 C. A. Würtz, "La théorie atomique", Librairie Germer Baillère et Cie, Paris, 1879, p.9.
- 52 J. B. Ritcher, cité par Würtz, ibid., p. 12.
- 53 H.Metzger, "Histoire du Monde", tome XIII IVè partie, "la chimie", E.de Boccard Editeur, 1930, p.104.
- 54 C.L.Berthollet, "Essai de Statique Chimique", Firmin Didot, Paris, 1803, partie 2, p.341,342.
- 55 ibid., p.341-342.
- 56 ibid., p.345.
- 57 C. A. Würtz, "La théorie atomique", loc.cit., p.4.
- 58 C.L.Berthollet, in T.Thomson, "Système de chimie", loc.cit., introduction, p.24.
- 59 M. Sadoun-Goupil, "Le chimiste C.L. Berthollet", Vrin, Paris 1977; Kiyohisa Fujü, "The Berthollet-Proust controversy an Dalton's chemical atomic theory, 1800-1820", British Journal for the historical Sciences, 19, 1986, p. 177-200.
- 60 T.Thomson, "Système de Chimie", loc.cit., tome 6, p.81-82.
- 61 H.Metzger, "La chimie", loc.cit., p. 106
- 62 C. A. Würtz, "La théorie atomique", loc.cit., p. 17.
- 63 C'est une façon nouvelle de considérer l'acte chimique, Newton n'envisageait les opérations chimiques que sur des "grosses particules" «Or les plus petites particules de matière peuvent être unies ensemble par les plus fortes attractions, et composer de plus grosses particules dont la vertu attractive soit moins forte; et plusieurs de ces dernières peuvent tenir ensemble et composer des particules encore plus grosses, dont la vertu attractive soit encore moins forte et ainsi de suite durant plusieurs successions, jusqu'à ce que la progression finisse par les plus grosses particules d'où dépendent les opérations chimiques et les couleurs des corps naturels, et qui jointes ensemble, composent des corps d'une grandeur sensible.» I.Newton "Traité d'Optique", trad. de Coste, Gauthier Villars, Paris, 1955. Reproduction fac similé de l'édition française de 1722, p.478.
- 64 J.J.Berzélius, cité par: H.E.Roscoe and A.Harden "A new Vew of the Origin of Dalton's Atomic Theory", London, Mac-Millan and Co, 1896, (reprinted, New York and London, 1970.)
- 65 C.L.Berthollet, in T.Thomson, "Système de Chimie", loc.cit., introduction, p.21.
- 66 H.Davy, "Collected Works" Val.VII, London 1840, p. 93
- 67 W. H. Wollaston "Alembic Club Reprints II" "Fondations of the atomic theory", p.

39.

- 68 J.L.Gay-Lussac, "Mémoire sur la combinaison des substances gazeuses, les unes avec les autres", Mémoires de la Société d'Arcueil", 2, 1809, p.207-234.
- 69 M.P.Crosland, "The first reception of Dalton's atomic theory in France" in "John Dalton and the Progress of Science", Manchester University Press and Barnes, New York, 1968, p.277.
- 70 J. J. Berzélius, cité par C.A.Russel, ibid., p. 268.
- 71 J.Dalton, "New System of chemical philosophy", part II, loc.cit., p.556.
- 72 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, chimie et histoire naturelle, 73, 1811, p.58-76.
- 13 Il y a lieu de noter la difficulté qu'a provoqué dans le milieu scientifique avant 1860 l'acceptation de cette hypothèse et ce, pour plusieurs raisons: Dalton fait remarquer en 1803 que si l'atome d'oxygène est plus léger que "l'atome composé" d'eau, il devrait être moins dense que la vapeur d'eau or, ce n'est pas le cas. Plus tard, les molécules de dioxygène lèveront la difficulté.(Il devient normal que O2 soit plus dense que H2O). De plus les liaisons entre atomes identiques ne sont ni compatibles avec la théorie des mélanges de gaz de Dalton, ni avec la théorie dualistique de Berzélius. Cf à ce sujet: M.R.Gardner, "Realism and instrumentalism in 19th century atomism", Philosophy of Science, 46, 1979, p.1-34. ainsi que M. Frické, "The rejection of Avogadro'shypotheses". Method and apppraisal in the physical sciences, Cambridge University Press, 1976.
- 74 M.M.Dulong et Petit, "Recherches sur quelque points importants de la théorie de la chaleur", Annales de chimie et de physique, tome 10, 1819, p.395-396.
- 75 ibid., p.396.
- 76 ibid., p.404.
- 77 H.Metzger, "La genèse de la science des cristaux", Paris Alcan, 1918, p.68 et 181.
- 78 E. Mitscherlich, "Sur la relation qui existe entre la forme cristalline et les proportions chimiques" Annales de chimie et de physique, 14, 1820, p.172-191.
- 79 J. J. Berzélius, "Essai sur la théorie des proportions chimiques", loc.cit., p.73.
- 80 ibid., p.72.
- 81 ibid., p.73.
- 82 ibid., p.74.
- 83 ibid., p.43.
- 84 bid., p.47.
- 85 ibid., p.56.
- 86 J.B.Dumas, "Leçons sur la philosophie chimique", loc.cit., p.354.
- 87 J. J. Berzélius, "Essais sur la théorie des proportions chimiques", loc.cit., p.62.
- 88 ibid., p.68.
- 89 ibid., p.69.

- 90 C.L.Berthollet, dans T.Thomson, "Système de Chimie", loc.cit., introduction, p.159,160.
- 91 En effet, de 1826-1832, J.B.Dumas trouve que les densités de vapeur du mercure, du soufre et du phosphore donnent pour les Poids atomiques des valeurs différentes de celles obtenues par les considérations de Dulong et Petit, ce qui l'amène à déclarer en 1836 «j'effacerais le mot "atome" de la science» (cf. J.B.Dumas, "Leçons sur la philosophie chimique", VIIème leçon, loc.cit., p.246).
- 92 Voir à ce sujet, R.Fox, "The caloric theory of Gazes", loc.cit.
- 93 B.Pourprix, "Contribution à l'histoire de la physique de la matière et des forces au XIX^e siècle" thèse, Lille I,1989.
- 94 M.R.Gadner, "Realism and instrumentation..." loc. cit., p. 1-34.

PARTIE II, CHAPITRE 2

- 1- R. Taton, "Repères pour une biographie intellectuelle d'Ampère", Revue d'Histoire des Sciences, 1978, 31, 3, p. 233-248.
- 2 "Correspondance du grand Ampère", (L. de Launay Ed); Gauthier-Villars, Paris, 1936, Vol. I et II, p. 355-485.
- 3 "Notice sur la vie et les travaux d'A.M. Ampère", manuscrit autographe, 1824, Archives de l'Académie des Sciences, carton XXII, chemise 314.
- 4 "Correspondance du Grand Ampère", loc. cit., Vol. II, p. 446.
- 5 A. M. Ampère, "Démonstration de la relation découverte par Mariotte, entre les volumes et les pressions qu'ils supportent à une même température", Annales de Chimie et de Physique, 94, 1814, p. 145-160.
- 6 A.M.Ampère, "Lettre de M.Ampère à M. le Comte Berthollet, sur la déter mination 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 et de Physique, 90, 1814, p.43-96.
- 7 A.M.Ampère, "Essai d'une classification naturelle pour les corps simples" Annales de Chimie et de Physique, tome 1, 1816, p.295-308 et 373-410; tome 2, 1816, p.5-32 et 105-125.
- 8 A.M.Ampère, "Lettres à Maine de Biran", (1812-1813) dans "Philosophie des deux Ampère" (éd. par J.Barthélémy-Saint Hilaire), Didier et Cie, Paris, 1866.
- 9 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", 2 vol., Mallet-Bachelier, Paris, 1834-1843. (2d édition, 1856); in "Note", tome 1, p.LI-LXII.
- 10 ibid.; p.LII.
- 11 ibid.; p.LIV.
- 12 M.Scheidecker-Chevallier et R.Locqueneux, "Liens entre philosophie et sciences physiques dans l'oeuvre d'A.M.Ampère", Archives Internationales d'Histoire des Sciences, (à paraître 1993).
- 13 M.Scheidecker-Chevallier et R.Locqueneux, "La théorie mathématique de la Combinaison Chimique", d'A.M.Ampère, Revue d'Histoire des Sciences, (à paraître).
- 14 J.Merleau-Ponty, "L'essai sur la philosophie des sciences", Revue d'Histoire des Sciences, 30, 1977, p.113.
- 15 Ph..Lervig, "Sadi Carnot and the steam Engine: Nicolas Clement's lectures on industrial chemistry, 1823-1828", "British Journal of History of Science", 1987, 18, n°59, p.147-196.
- 16 R.G.A.Dolby "The emergence of a speciality: a case study: physical Chemistry" XVIIè Congrès international d'Histoire des Sciences, Paris, 1968, Actes Tome VI, Paris, Albert Blanchard 1971, p.28-32; M. Goupil, "Les tentatives de mathématisation de la chimie au XVIIIe: siècle échecs et oppositions", Science et Technique en perspective, Nantes 1-1982, p.

- 2,1-2,24; "Du flou au clair, histoire de l'affinité chimique", C.T.H.S., Paris, 1991; livre 2, chapitre 7.
- 17 A.M.Ampère, "Démonstration de la relation de Mariotte", loc.cit., p.152.
- 18 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences, loc.cit., p. 73.
- 19 A.M.Ampère, "Démonstration de la relation de Mariotte", loc. cit., p.145, 146.
- 20 ibid., p.148.
- 21 ibid., p.150.
- 22 ibid, p.158,159.
- 23 ibid., p. 147.
- 24 ibid., p.153.
- 25 ibid., p.154.
- 26 ibid., p.157.
- 27 Le vocable "pression" désigne chez Ampère, la force pressante sur le plan de surface H.).
- 28 ibid., p.160.
- 29 M.Goupil, "Esquisse de l'oeuvre d'Ampère en chimie", Revue d'Histoire des Sciences, 30-2, 1977, p.125-141; "Ampère et la chimie physique", 112ème congrès national des Sociétés savantes, Lyon, 1987, histoire des sciences et des techniques, t. 1, p.103-119.
- 30 S.H. Mauskopf, "The atomic structural theories of Ampère and Gaudin: molecular speculation and Avogadro's hypothesis", Isis, 50, 1969, p. 61-74; "Haüy's model on chemical equivalence: daltonian doubts exhumed", Ambix, 17, 1970, p. 182-191; N.Fisher, "Avogadro, The chimists, and the historians of Chemistry", History of Science; 20, 1982, p.77-102 et 212-231.
- 31 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, 73, 1811, p.58-76.
- 32 A.M. Ampère, "Lettre du 11 mars 1814, à Roux de Genève", Correspondance du Grand Ampère, loc.cit., p.462.
- .33 A.L.Lavoisier, "Mémoire sur l'affinité du principe oxigène", in Oeuvres, loc.cit., tome 3, p.546.
- 34 A.M.Ampère, "Démonstration de la loi de Mariotte", loc.cit., p. 146.
- 35 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.44.
- 36 P.S.Laplace, "Exposition du Système du Monde", loc.cit., p.409.
- 37 C.L.Berthollet, "Essai de Statique Chimique", loc.cit., p.17.
- 38 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.44.
- 39 P.S.Laplace, "Exposition du Système du Monde", loc.cit., p.445.
- 40 . Ampère ne peut espérer convaincre; ainsi Laplace considère-t-il que, par exemple, «l'influence de la figure des molécules est très remarquable dans les phénomènes de la

congélation et de la cristallisation que l'on rend beaucoup plus promptes, en plongeant dans le liquide un morceau de glace ou de cristal formé de même liquide: les molécules de la surface de ce solide se présentant aux molécules liquides qui les touchent dans la situation la plus favorable à leur union avec elles.» (P.S.Laplace, "Exposition du Système du Monde", loc.cit. p.446)

Plus particulièrement c'est l'anomalie des densités de la glace et de l'eau qui empêche de recourir aux seules forces qui ne dépendent que des distances entre les molécules telles les forces attractives des molécules, les forces répulsives du calorique et de l'électricité et peut être d'autres forces encore inconnues. Dans ce cas, selon Laplace, seule l'influence de la figure des molécules peut expliquer que la cohésion de la matière augmente avec la distance entre les molécules.

- 41 J.J. Ampère, dans "Philosophie des deux Ampère", J.Barthélémy-Saint Hilaire, ed., Didier et Cie, Paris, 1866, p.80 et p.78.
- 42 A ce sujet, B.Bensaude-Vincent fait remarquer que H.Davy, dont on sait la proximité de vue avec Ampère, n'avait pas hésité à adopter une conception dynamiste relative à l'atomisme daltonien. Une telle conception est influencée par la philosophie atomiste et dynamiste de la nature, développée par Boscovich (1759), lequel s'inspire de Newton (cf. B.Bensaude-Vincent "Les pièges de l'élémentaire", Thèse, Paris I, 1981, p.218).
- 43 Nous avons vu dans la première partie chapitre 1 que les monadologies de Kant et de Leibniz s'inscrivent dans des contextes philosophiques et culturels qui ne peuvent intégrer un dynamisme atomistique qui serait élaboré sur les écrits d'Ampère.
- 44 Ainsi, cette théorie de la combinaison chimique d'Ampère peut être rapprochée du dynamisme précritique de Kant. De la même façon, la théorie électro-chimique de la combinaison chimique d'Ampère, la théorie de la transmission des courants électriques et l'interprétation des phénomènes électro-dynamiques peuvent être rapprochées du dynamisme que Kant a développé, après la rédaction de "La critique de la raison pure", dans "Les premiers principes métaphysiques de la science de la nature".(L.P. Williams, "Ampere's electrodynamic molecular model", Contemporary Physics, 4, 1962, 113-123. K.L.Caneva, "Ampère, the etherians, and the Oersted Connexion", The british Journal for the history of science, 13, 44, 1980, p.121-138.)
- 45 A.M.Ampère, "Lettre à Pierre Prévost du 13 décembre 1814", dans Correspondance de Grand Ampère, loc.cit., p.492.
- 46 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc. cit., p.45 et p.44.
- 47 A.M.Ampère, "Lettre à Pierre Prévost du 13 décembre 1814", loc.cit., p.492.
- 48 Le phénomène "est expliqué" de façon qualitative par M.Desdouits de la façon suivante: «Mais, outre ce fait démontré, il faut admettre encore les hypothèses suivantes qui sont indispensables à l'explication des phènomènes. 1° Les deux forces opposées ne sont pas modifiées également par la distance. 2° La répulsion varie plus que l'attraction dans les solides, quand la distance des molécules augmente; elle varie autant dans les liquides; moins dans les

fluides élastiques. 3° La différence entre les degrés de variation va en diminuant dans les solides, jusqu'à ce qu'ils passent à l'état liquide, auquel cas la différence est zéro. Enfin dans tous les cas, la répulsion augmente plus que l'attraction, quand la distance des molécules diminue. Cela posé: Si malgré l'équilibre des atomes entre les deux forces moléculaires opposées, ils résistent à la séparation dans l'état solide, c'est que l'effort qu'on exerce entre eux pour les séparer, déterminant une augmentation de distance si petite qu'elle soit, les forces moléculaires sont modifiées, et que la répulsion diminue, mais plus que l'attraction; donc, puisqu'il y avait équilibre, l'attraction l'emporte réellement maintenant; c'est donc comme si elle existait seule à un certain degré; le corps est donc par cela même solide et résistant.» (M.Desdouits, "L'homme et la création", Librairie classique De Perisse Frères, Paris, 1840, p.52-53.)

- 49 H.Metzger, "Genèse de la Science des Cristaux", Paris, Alcan 1918, p.189-205.
- 50 R.J.Haüy,"Traité Elémentaire de Physique", T.1, Delange et Lesueur, Paris, An XII (1803), p.62.
- 51 R.J.Haüy, "Exposition abrégée de la théorie sur la structure des cristaux", Paris, Ed.:les directeurs de l'Imprimerie du Cercle Social, 1792, 3-52, p.37,38.
- 52 ibid., p.10.
- 53 R.J.Haüy, "Traité Elémentaire de Physique", loc.cit., p.70.
- 54 Comme le fait remarquer B.Maitte «Dans un champ d'études très vaste, trop difficile à traiter, le concept de solide primitif (de molécule intégrante) n'est pas seulement figuratif -et à la limite trivial- : il joue le rôle d'opérateur sélectif en ce qu'il sépare le "non pertinent" du "pertinent"; il est donc théorique. Dans ce qui a été isolé comme pertinent, la molécule intégrante est un instrument d'intelligibilité, un intermédiaire à qui Haüy délègue une fonction de connaissance, et qui possède une réelle valeur explicative.» (B.Maitte, "Expérimentation et conceptualisation: l'exemple des travaux d'Haüy sur les cristaux", Sciences et techniques en perspective, Université de Nantes, 13, 1987,109-130; p.123).
- 55 R.J.Haüy, "Traité Elémentaire de Physique", loc.cit., p.70, 71.
- Notons qu'Avogadro a repris la terminologie d'Haüy en la dévoyant de son sens exact, ce qu'Ampère n'aurait pu faire sans confusion puisqu'il se réfère constamment à la cristallographie d'Haüy. En outre, son très vif intérêt pour la linguistique l'incline à contrôler strictement le sens des mots qu'il introduit en science.
- 57 Pourtant à ce sujet, Dalton exprime sa satisfaction vis à vis de la définition de "la molécule intégrante" selon Haüy; en 1811, celle-ci lui paraît préférable à toutes celles utilisées pour désigner les particules" par les chimistes modernes dans leurs écrits: J.Dalton, "Inquiries concerning the signification of the world particle as used by modern chemical writers"; Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts, 28, 1811, p.85. De plus, Haüy, qui n'ignore pas les travaux de Dalton, essaye d'expliquer dans le cadre de sa théorie, le principe des proportions définies. «Cette définition a reçu un nouveau degré de précision, depuis que les

chimistes ont généralement adopté un principe qu'ils ont appelé principe des proportions définies, et dont la découverte a été le fruit des recherches du célèbre Dalton. Il consiste en ce que les rapports entre les quantités des élémens qui composent les différens corps de chaque espèce sont fixes et invariables, et il est même prouvé, par des expériences exactes, que ces rapports ont pour expressions des fractions simples, représentées par les premiers termes de la série naturelle des nombres. l'avais aperçu depuis long-temps la liaison de ce principe avec la géometrie des cristaux, et elle m'avait servi à en démontrer l'existence. Je me fondais sur ce que les molécules élémentaires ayant des figures déterminées, c'était de l'ordre dans lequel elles étaient assorties que dépendait la forme de la molécule intégrante. Or, dans l'hypothèse où les quantités relatives de ces molécules subiraient des variations, l'assortiment n'ayant plus de même rapport avec ses parties, la forme, qui peut-être considérée comme le moule, devrait être changée à son tour.», R.J.Haüy cité par S.H.Mauskoff dans "Haüy's model of chemical equivalence", loc.cit. p. 190.

- 58 R.J.Haüy, "Exposition abrégée de la théorie sur la science des cristaux, loc.cit., p.38.
- 59 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.45.
- 60 ibid, p.46 et p.49,50.
- 61 La tradition lavoisienne est toujours prégnante; voir à ce sujet: M.Daumas, "les conceptions de Lavoisier sur les affinités chimiques et la constitution de la matière", Thalès, 6, 1949/50, p.69-80.
- 62 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.46.
- 63 J.L.Gay-Lussac, "Recherches sur la dilatation des gaz et des vapeurs", Annales de Chimie et de Physique, 43, 1802, p.137-175.
- 64 J.L.Gay-Lussac, "Extrait d'un mémoire sur la capacité des gaz pour le calorique", Annales de Chimie et de Physique, 81, 1812, p.98-108.
- 65 Ce problème largement étudié par Dalton l'amènera à sa découverte de la loi sur les pressions partielles.
- 66 J.L.Gay-Lussac, "Mémoire sur la combinaison des substances gazeuses", loc.cit., p.233.
- 67 A.M. Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.43.
- 68 A.M. Ampère, "Démonstration de la relation de Mariotte", loc.cit., p.150.
- 69 A.M. Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.46, 47.
- 70 A. Avogadro, loc.cit., p.58.
- 71 M. Frické, "The rejection of Avogadro's hypotheses" in Method and Appraisal in the Physical Sciences, edited by Colin Howson, Cambridge University Press, 1976, p.277-307.
- 72 A.J. Rocke, "Atoms and Equivalents; Historical studies in the physical sciences, 9, 1978, p. 231-233.
- 73 «In fact, (Gay Lussac's) notion of measures is analogous to mine of atoms; and if is could be proved that all elastic fluids have the same number of atoms in the same volume or

number that are as 1,2,3 etc. the two hypotheses would be the same.» Cité par M.Frické, loc.cit., p.287.

- 74 Pour une plus grande clarté, nous transcrivons les réactions chimiques dans le symbolisme moderne.
- Pour Ampère les particules s'interpénétraient simplement l'une l'autre en restant plus ou moins intactes dans "l'acte chimique". Elles se scindent en deux tout au plus et il n'y a jamais un réarrangement total des molécules; une certaine symétrie est conservée qui aboutit à une régularité dans la forme de la particule composée. En outre, si les "particules" d'Ampère sont résolument "polyatomiques", Avogadro semble hésiter entre une "molécule intégrante" constituée de plusieurs "molécules élémentaires" et une "molécule intégrante" divisible en une, deux, trois parties. sans préciser. (Voir à ce sujet: M.A.Morselli "The manuscrit of Avogadro's", Ambix, 27, 3, 1980, p. 147-172. et B.W.Mundy "Avogadro on the degree of submolecularity of Molecules", Chymia, 12, 1967, p.151-155).
- 76 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.47.
- 77 Sur ce sujet, on peut lire, par exemple, A.Würtz, La théorie atomique, 2è édition, Germer Bailliere, Paris, 1879, p. 24-35.
- 78 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.45 et p.49.
- Ampère n'attend la justification de cette hypothèse que de ses conséquences. Avogadro, lui, cherche à la fonder. Il la formule en recourant à la théorie atomique de Dalton, il considère des "molécules" sphériques, au repos, en contact les unes avec les autres par leur atmosphère de calorique et postule que, quelle que soit la substance, ces atmosphères sont toujours de même dimension à une même température. Ce qui fonde l'hypothèse d'Avogadro est absent du mémoire d'Ampère: celui-ci, nous le verrons, n'adhère pas à l'atomisme de Dalton et ne prend pas en considération les atmosphères de calorique de ses molécules ponctuelles ou de ses particules de forme polyédrique.
- 80 ibid., p.47.
- 81 Certains historiens ont, rétrospectivement, regardé l'oeuvre scientifique d'Ampère comme une oeuvre positiviste On peut apprécier la différence entre ce qu'Ampère, et avec lui Berthollet, Laplace, Biot, Poisson..., considèrent comme une hypothèse raisonnable en sciences, et, ce que doit être une hypothèse selon la philosophie positive d'Auguste Comte. En sciences, celui-ci n'était pas hostile à l'utilisation d'hypothèses, mais il posait des conditions très contraignantes à leur choix. «Ne jamais imaginer que des hypothèses susceptibles par leur nature, d'une vérification positive, plus ou moins éloignée, mais toujours clairement inévitable, et dont le degré de précision soit exactement en harmonie avec celui que comporte l'étude des phénomènes correspondants. En d'autres termes, les hypothèses vraiment philosophiques doivent constamment présenter le caractère de simples anticipations sur ce que l'expérience ou le raisonnement auraient pu dévoiler immédiatement, si les circonstances du problème eussent été

- plus favorables». A.Comte, Cours de Philosophie Positive, Hermann, Paris, 1835, 28è Leçon, t.1, p.459.
- 82 "Philosophie des deux Ampère", loc.cit., p.155.
- 83 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.55.
- 84 ibid, p.56.
- 85 J.J.Berzelius,"Traité de Chimie", 4è éd. allemande, traduction E.Valerius, Bruxelles, 1838, t2, p. 239, 240.
- 86 C'est la même règle qu'utilise Dalton pour des raisons à la fois de stabilité mécanique et de simplicité quand il fixe le nombre des atomes qui se réunissent dans les combinaisons: "When only one combinaison of two bodies can be obtained, it must be presumed to be a binary one unless some cause appear to the contrary ..." in J.Dalton "A New System of Chemical Philosophy", Bickerstaff, Manchester, 1810, part 1, p.214.
- 87 Le chlore pose un autre problème, on ne sait pas encore très bien si toutes les molécules sont de même nature dans la particule du chlore ou si les «particules de chlore contiennent quatre molécules d'oxigène et quatre molécules d'un corps combustible inconnu», (dans A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.49). Ampère met en parallèle les deux possibilités alors que, dès 1810, dans une lettre à Davy, il penchait incontestablement pour la première de ces hypothèses, la deuxième hypothèse était celle de Berthollet. (dans M.Goupil, "Esquisse de l'oeuvre d'Ampère en chimie", loc.cit., p.129). Dès lors son affirmation: «la première hypothèse simplifie tellement les explications qui vont suivre, que ce serait une raison suffisante d'en faire usage en les exposant dès lors même qu'on ne la regarderait pas comme la plus probable» se comprend quand on connait l'enjeu pour Ampère de convaincre Berthollet, tête de file de la chimie française. Il demande habilement à ce dernier de quitter l'hypothèse la plus probable pour la plus simple.
- 88 M.Frické, loc.cit., p.285.
- 89 A.Thackray, "The origin of Dalton's Chemical Atomic theory", Isis, 57, 187; 1966, p.35-54.
- 90 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.56,57.
- 91 ibid, p.73 et p.74.
- 92 ibid, p.72,73.
- 93 ibid, p.79.
- 94 ibid, p.83.
- 95 Lettre d'Ampère à H.Davy du 26 Août 1812: «la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire m'a fait éprouver un des plus vifs plaisirs que j'ai ressenti de ma vie. Rien ne pouvait être plus flatteur pour moi que la permission que vous voulez bien me donner de vous consulter quelquefois sur les points encore contestés d'une science qui vous doit des progrès aussi importants qu'inattendus.» (in "Correspondance du Grand Ampère", loc.cit., p.414.)
- 96 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit., p.83.

- 97 On pensait à l'époque que l'euchlorine avait pour formule Cl0 (actuellement Cl₂0), pour Ampère Cl₆0₂.
- 98 Ampère "corrige" l'expérience en disant: 4 Volumes (d'euchlorine) donnent 2 Volumes (d'oxygène) et 3 volumes (de chlore) alors que Davy avait trouvé que 5 Volumes (d'euchlorine) donnent 2 Volumes (d'oxygène) et 4 volumes (de chlore). Ampère explique le résultat de Davy en prétendant que le volume de chlore en trop se trouvant dans l'euchlorine impur au départ se retrouve inchangé dans le chlore obtenu en fin de réaction. Il considère dans le cadre de sa théorie que: 4 cubes (constitués chacun de 2 molécules d'oxygène et de 6 de chlore) donnent 2 tétraèdres (formés chacun de 4 molécules d'oxygène) et 3 parallélépipèdes (formés chacun de 8 molécules de chlore); ainsi: 4 particules d'euchlorine donnent 2 particules d'oxygène et 3 parallélépipèdes (formés chacun de 8 molécules de chlore).

Actuellement, cette réaction chimique est transcrite comme suit : $Cl_20 \rightarrow 1/2 \ 0_2 + Cl_2$

- 99 A.M.Ampère, "Lettre à Berthollet", loc.cit.,p.85.
- 100 ibid, p.86.
- 101 J.B.Dumas, "Leçons sur la philosophie chimique", Gauthier-Villars, Paris, 1878; p.452,453.
- 102 A.M.Ampère, "Démonstration de la relation de Mariotte", loc.cit., p. 146.
- 103 J.J.Ampère, in "Philosophie des deux Ampère", loc.cit., p. 102.
- 104 B.Pourprix donne des exemples précis et détaillés du rôle du raisonnement par analogie dans les démarches scientifiques de plusieurs physiciens du XIX^e siècle à propos de la diffusion. B.Pourprix, "Contribution à l'histoire de la physique de la matière et des forces au XIX^e siècle", Thèse, Lille, 1989.
- 105 J.J.Ampère, in "Philosophie des deux Ampères", loc.cit., p. 151.
- 106 A.M.Ampère, "Sur le mode de transmission des courants électriques et la théorie électro-chimique", 1824-1825, mémoire inédit publié par l'Abbé F.Moigno,loc.cit.
- 107 A.M.Ampère, "Note sur la chaleur et la lumière considérées comme résultant de mouvements vibratoires", Annales de Chimie et de Physique, 58, 1835, p.432-444.
- 108 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., tome 1, p.11.
- 109 ibid., p. 40-41.
- 110 P.Tort, "La raison classificatoire"; Aubier, Paris, 1989; p.291-337.
- 111 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., tome 1, p.72.
- 112 ibid., p.46
- 113 ibid., p. 203.
- 114 ibid., p.74.
- 115 ibid., p.75,76.

PARTIE II, CHAPITRE 3

- 1 J.W.Van Spronsen "The periodic system of chemical elements. A history of the first hundred years. Elsevier 1969.
- 2 R.J.Haüy, "Mémoire sur les méthodes minéralogiques", Annales de Chimie et de Physique, 18, 1793, p.225-239.
- 3 A.M.Ampère, "Essai d'une classification naturelle pour les corps simples", Annales de chimie et de physique, tome 1, 1816, p.295.
- 4 ibid., p.295.
- 5 ibid, p.385.
- 6 ibid.,p.301.
- 7 ibid., p.377.
- 8 ibid., p.301,302.
- 9 ibid., p.303.
- 10 ibid., p.304.
- 11 ibid., p.305.
- 12 ibid., p.306.
- 13 ibid., p.373.
- 14 A.L.de Jussieu, "Exposition d'un nouvel ordre de plantes" dans "Mémoires de l'Académie des Sciences", 1774. cité pr F.Dagognet, art. taxinomie, "Encyclopedia Universalis", t.15, 1968, p.763 c.
- 15 A.M.Ampère, "Essai d'une classification naturelle pour les corps simples", loc.cit., tome 1, p.376.
- 16 ibid., p.376.
- 17 ibid., p.380.
- 18 ibid., p.381.
- 19 ibid., p.382.
- 20 ibid., p.392.
- 21 A.M.Ampère, "Essai d'une classification naturelle pour les corps simples", loc.cit., tome 2, p.6.
- 22 ibid., p.118
- 23 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., tome 1, p.11.
- 24 Les historiens des sciences s'accordent pour dater la première tentative de classification du système péridodique des éléments chimiques en 1817. Il s'agit des "triades" de Döbereiner (1780-1849) qui montra que le poids de strontium entrant dans une combinaison se trouvait être intermédiaire entre le poids des deux éléments semblables le calcium et le baryum entrant dans des combinaisons analogues. Consulter à ce sujet J.W.Spronsen "The periodic system of chemical elements". loc.cit.

- 25 A.M.Ampère, "Essai d'une classification naturelle pour les corps simples", loc.cit., p.6.
- 26 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., p.228.
- 27 ibid., p.230.
- 28 A.M.Ampère, "Essai d'une classification naturelle pour les corps simples", loc.cit., tome 1, p.390.
- 29 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., p.109.
- 30 ibid., p.9
- 31 ibid;, p.XIII.
- 32 A.M.Ampère, "Essai d'une classification naturelle pour les corps simples", loc.cit., tome 1, p.297.
- 33 A.M.Ampère, "Essai sur la Philosophie des Sciences", loc.cit., tome 1, p.23.
- 34 ibid., p.10-11.
- 35 ibid., p.XX.
- 36 L.A.Lavoisier, Discours préliminaire du traité élémentaire de chimie dans "Oeuvres complètes", loc. cit., tome 1, p. 1.
- 37 A.M.Ampère, "Essai d'une classification naturelle des corps simples", tome 1, loc.cit., p.394.

EPILOGUE

- 1 A.M.Ampère, "La théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques uniquement déduite de l'expérience" (1826) A.Hermann, Paris, 1883; J.Gabay, Paris, 1990.
- 2 C.Blondel, "Ampère et la création de l'électro-dynamique", Bibliothèque nationale, Paris 1982. A.Kastler, "Ampère et les lois de l'électrodynamique", Revue d'Histoire des Sciences, 30, 2, 1977, 143-157. J.Merleau-Ponty, "Leçons sur la génèse des théories physiques: Galilée, Ampère, Einstein": seconde partie, l'électrodynamique d'Ampère, 69-112, Vrin, Paris, 1974. J.R.Hofmann, "Ampère, Electrodynamics, and experimental evidence", Osiris, 3, 1987, p.45-76. I.Grattan-Guiness, "Lines of mathematical Thought in the electrodynamics of Ampère; Physis, 28, 1991, p.115-130. On peut voir aussi: P.G.Hamandjian, "Contribution d'Ampère au «Théorème d'Ampère», Revue d'Histoire des Sciences, 31, 1978, p.249-268, et J.P.Mathieu, "Sur le théorème d'Ampère", Revue d'Histoire des Sciences, 43, 1990, p.333-338.
- 3 A.M.Ampère,"Sur le mode de transmission des courants électriques et la théorie électrochimique", (vers 1824, 1825), Mémoire inédit publié par l'abbé F.Moigno, "Traité de télégraphie électrique", 1839, dans Ch. Blondel, loc.cit., Annexe 3, p.177-186; p.177.
- 4.- A.M. Ampère,"Note sur la chaleur et la lumière considérées comme résultant de mouvemens vibratoires", Annales de Chimie et de physique, 58, 1835, p.432-444.
- 5 A.M.Ampère, "Expériences relatives à de nouveaux phénomènes électro-dynamiques", Annales de Chimie et de Physique, 20, 1822, 60-74, p.60.
- 6 Ici Ampère oppose dynamique à statique de la même manière qu'en 1867 Tait et Thomson opposeront cinétique et statique au sein de la dynamique considérée comme la science des lois de force. De fait, Ampère récuse la dénomination électro-magnétisme utilisée par Oersted alors que l'on ne connaissait que l'action des courants électriques sur les aimants.
- 7 A.M.Ampère, "Théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques", loc.cit., p.2.
- 8 Selon Ampère, une déduction est formée d'un enchaînement de raisonnements qui sont eux-mêmes une suite de jugements; un jugement consiste à reconnaître l'existence d'une relation entre des idées ou entre des propositions lorsque cette relation existe ou à reconnaître qu'elle n'existe pas. Quant aux idées, elles naissent en nous de l'aperception des rapports entre les phénomènes. (voir: J.J.Ampère, "Introduction à la philosophie de mon père", dans "La philosophie des deux Ampère", éd. par J.Barthélélmy-Saint-Hilaire, Paris, Didier et Cie, 1866.) Ainsi la déduction, pour Ampère, recouvre à la fois la déduction et l'induction puisqu'elle comprend tout autant «ces sortes de synthèse où l'on va de la cause aux effets, des principes aux conséquences, du général au particulier» que «ces sortes d'analyse où l'on (remonte à l'inverse) des effets à la cause des conséquences au principe, du particulier au général.» (Emile Littré, Dictionnaire de la langue française, art. Déduction, Induction).
- 9 A.M.Ampère, "Théorie mathématique ...", loc.cit., p.9.

- 10 J.Merleau-Ponty, loc.cit., p.108. M.Poincaré, "A propos des expériences de M.Crémieu", Revue générale des Sciences, 12, 1901, 994-1007.
- 11 S'il convient de noter à la suite de Weber, Duhem, Poincaré ... le caractère hypothétique de ces énoncés sur lesquels se fonde l'électro-dynamique, il faut souligner le caractère d'évidence que leur attache Ampère. (voir, par exemple, P.Duhem, "La théorie Physique ...", p.297-304).
- 12 A.M.Ampère, "La théorie mathématique ...", loc.cit., p.18.
- 13 ibid, p.147.
- 14 ibid., p.82.
- 15 ibid., p.83,84.
- 16 ibid., p.2.
- 17 P.Duhem a critiqué à la fois les prétentions de Newton et d'Ampère à fonder leurs théories sur des lois empiriques puisque «la réalisation et l'interprétation de n'importe quelle expérience de physique impliquent adhésion à tout un ensemble de propositions théoriques.» (P.Duhem, "La théorie physique", loc.cit., p.303).
- 18 J.Fourier, "Théorie analytique de la chaleur", Firmin Didot, Paris, 1822, (J.Gabay, Paris, 1988).
- 19 Pas plus que les "Principia" de Newton ou "l'électrodynamique" d'Ampère, la "Théorie analytique de la chaleur" de Fourier n'est dépourvue d'hypothèses implicites. En fait, Fourier, comme la plupart des auteurs du temps, transfère sur les molécules, les phénomènes observés à notre échelle: il suppose que les molécules échangent des rayons de chaleur comme le feraient des corps inégalement chauffés à l'intérieur d'une enceinte (B.Pourprix, "Joseph Fourier et la mathématisation du mouvement de la chaleur"; dans "Contribution à l'histoire de la physique de la matière et des forces au XIX^e siècle"; Thèse, Lille, 1989.
- 20 A.M.Ampère, "La théorie mathématique ...", loc.cit.p.4.
- 21 A.Comte, "Cours de philosophie positive", Hermann, Paris, 1835, tome 2, chapitre 7.
- 22- A.M.Ampère,"Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques" p.1-194; in "Collection de mémoires relatifs à la Physique", publiée par la Société Française de Physique, éd. par J.Joubert, Gauthier-Villars, Paris, 1887, t.3, p.105. (Ce mémoire est une réédition de l'ouvrage d'Ampère; nous citons ici une note omise à la publication de l'ouvrage)
- 23 ibid., p.105.
- 24 Ampère a pu s'inspirer d'Oersted; celui-ci considère que l'électricité, la chaleur et la lumière ne sont que des manifestations particulières des forces générales de la nature, et que nous voyons s'entre-détruire des forces opposées (J.C.Oersted, "Considérations sur les lois chimiques de la nature", Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle, 76, 1813, p.233-237). A plusieurs reprises, Oersted affirme que «par forces électriques, il n'entend (...) autre chose que la cause inconnue des phénomènes électriques soit qu'elle s'attache à une matière imperceptible, soit qu'elle forme elle-même une activité indépendante.» (J.B.Oersted,

"Considérations sur l'électromagnétisme", Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle, 93, 1821, p.161-180; p.164). Il est cependant évident qu'Oersted a une conception dynamiste de la nature, héritée de Kant; la matière y est l'apparence sous laquelle se manifestent des forces primitives. (La traduction française édulcore le caractère germanique de l'oeuvre d'Oersted sans le faire disparaître.) A l'opposé d'Oersted, Ampère raisonne non sur des forces en conflit mais sur des fluides qui s'attirent ou se repoussent. L.P. Williams et K.L. Caneva ont mis en évidence l'influence de l'oeuvre d'Oersted sur celle d'Ampère et concluent au caractère dynamiste de l'oeuvre d'Ampère. L.P. Williams, "Ampère's electrodynamic molecular Model", Contemporary Physics, 4, 1962, 113-123. K.L. Caneva, "Ampère, the etherians and the Oersted Connexion", The british Journal for the history of science, 13, 44, 1980, 121-138. Sur le même sujet, on peut consulter: C.Blondel, "Vision physique "éthérienne", mathématisation "laplacienne": l'électro-dynamique d'Ampère", Revue d'Histoire des Sciences, 42, 1989, p.123-137.

- 25 A.M.Ampère, "Sur le mode de transmission ...", loc.cit., p.177.
- 26 ibid., p.179.
- 27 ibid., p.179.
- 28 ibid, p.180.
- 29 A.M.Ampère, "La théorie mathématique...", loc.cit., p.96, 97.
- 30 A.M.Ampère, "Mémoire sur l'électro-dynamique", dans "Collection de mémoires relatifs à la Physique", loc.cit., p.106.
- 31 J.C.Oersted, "Des forces électriques considérées comme des forces chimiques", Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle, <u>68</u>, 1814, p.338-374, p.341.
- 32 Mais si l'image du courant électrique d'Ampère est inspirée de celle d'Oersted, il existe néammoins entre elles une différence notable d'ordre de grandeur. Chez Ampère, les décomposition et recomposition des molécules du fluide électrique échappent inexorablement aux sens, comme, échappent aux sens, les particules pondérables des conducteurs eux-mêmes; tandis que chez Oersted, les phases du conflit électrique peuvent être visualisées. Oersted considère en effet que ces ondulations sont perceptibles, ce qui implique que certains faits leurs sont imputables et qu'ils les illustrent: si la charge d'une batterie électrique est trop forte, un fil de fer branché à ses bornes est fondu et se réduit en petits globules qui ne sont que l'effet des différentes zones expansives ou contractées du conflit électrique.
- 33 A.M.Ampère,"Mémoire sur l'électro-dynamique", dans "Collection de mémoires relatifs à la Physique" loc.cit., p.106.
- 34 J.B.Biot et F.Savart, "Sur l'aimantation imprimée aux métaux par l'électricité en mouvement dans "Collection des Mémoires relatifs à la physique", loc.cit., t.2-1, p.80-127.
- 35 La divergence d'opinion entre Biot et Laplace d'une part et Ampère d'autre part à propos de ce phénomène a conduit à sous estimer les convictions laplaciennes d'Ampère quant aux modes d'explication des lois de la nature.

- 36 "Correspondance du grand Ampère", loc.cit., tome 2, p.680.
- 37 Biot et Laplace ramènent les actions des courants voltaïques sur les aimants à des interactions magnétiques, et Ampère les ramène à des interactions électro-dynamiques. Ces deux interprétations ont en commun qu'elles s'opposent à l'interprétation d'Oersted qui suppose l'existence d'interactions électro-magnétiques, c'est-à-dire d'interactions entre des corps qui ne sont pas de même nature: électriques et magnétiques; une telle hypothèse répugne à la plupart des physiciens français.
- 38 A.M.Ampère, "Sur le mode de transmission ...", loc.cit., p.184-185.
- 39 A.M.Ampère, "Note sur la chaleur et la lumière", loc.cit., p.434.
- 40 Pour Ampère, les atomes sont insécables «je pense que la seule propriété qu'on puisse leur attribuer avec certitude, c'est d'être absolument indivisibles, en sorte que, quoique l'espace soit divisible à l'infini, la matière ne saurait l'être, parce que dès que l'on conçoit la division arrivée aux atomes toute division ultérieure tomberait nécessairement dans les espaces vides qui séparent les atomes.» (ibid., p.435-436).
- 41 "Il est clair que du moment où l'on admet que les phénomènes de la chaleur sont produits par des vibrations, il est contradictoire d'attribuer à la chaleur la force répulsive des atomes nécessaire pour qu'ils puissent vibrer " (ibid., p.437).
- 42 ibid., p.434,435.
- 43 ibid., p.435.
- 44 L'origine électrique possible des forces chimiques n'est pas évoquée par Ampère; sans doute parce qu'il ne peut en dire plus qu'en 1814, dans l'article où il démontre la relation de Mariotte, article auquel il fait d'ailleurs référence à propos des forces chimiques. Mais, en 1834 comme en 1814, il est concevable que les réflexions philosophiques d'Ampère sur les opérations d'abstraction légitiment sa vision simplifiée de l'agencement intestin de la matière.
- 45 Considérant un diapason mis en vibration, Ampère définit la "force vive" de son mouvement vibratoire comme suit: «On obtient cette force vive si l'on fait la somme des produits de toutes les masses de ses molécules par les carrés de leurs vitesses à un instant donné, et qu'on y ajoute le double de l'intégrale de la somme des produits des forces multipliées par les différentielles des espaces parcourus dans le sens de ces forces par chaque molécule, cette intégrale qui ne dépend que de la position relative des molécules étant prise de manière qu'elle soit nulle dans la position d'équilibre autour de laquelle se fait la vibration.» Il appelle plus précisément "force vive explicite" la première partie de la force vive provenant des produits des masses par le carré des vitesses et "force vive implicite" le double de l'intégrale désignée ci-dessus.» (A.M.Ampère, 1835,loc.cit.,p.438). On reconnaît sans peine à un facteur près ce que nous nommons à la suite de Rankine et Thomson, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle du diapason.

Dans son "mémoire sur la conservation de la force" Helmholtz saura utiliser ces idées d'Ampère pour illustrer son propos.

- 46 A.M.Ampère, "Note sur la chaleur et la lumière", loc.cit., p.436.
- 47 ibid., p.441.
- 48 A.M.Ampère, "Lettre à Auguste de La Rive du 2 juillet 1824", in "Correspondance du Grand Ampère", loc.cit., tome 2, p.658.
- 49 A.M.Ampère, "Mémoire sur l'électrodynamique", loc. cit., tome 3, p. 106.
- 50 A.M.Ampère; "Essai sur la philosophie des sciences", loc.cit., tome 1, p.73.
- 51 A.M.Ampère, "La théorie mathématique ...", loc.cit., p.99.
- 52 ibid, p.99.

INDEX DES NOMS CITES

DUHEM Pierre; 48, 189

ALEMBERT Jean LE ROND (d'); 50,56 ARAGO François; 153 ARISTOTE; 143 AVOGADRO Amadeo; 97,98,110,118, 176,181,182,183 BACON Francis; 50 BAUDRIMONT M.A; 68 BEGUYER DE CHANCOURTOIS; 131 BERGMANN Tobern; 92 BERGSON Henri; 17 BERKELEY George; 5,6,22,26 BERTHELOT Marcelin; 68 BERTHOLLET Claude Louis; 12,77,80,81,84-86,89,92-96,101,102,105,107,108, 110,111,122, 183 BERZELIUS J.J; 75,86,91,94,98-102,107,110,118,121,176 BIOT Jean-Baptiste; 12,75-77,85, 161,183,190,191 BONJOUR J.J; 105 BOSCHOVICH Roger Joseph; 81,84 BUFFON Georges Louis; 131 CABANIS Georges; 11-13 CARNOT Lazare; 63 CAUCHY Augustin Louis; 48 CLEMENT Joseph; 107 COMTE Auguste; 50,69,148,183 CONDILLAC Etienne BONNOT (de); 4-6,8-13,15,22,32,35 COPERNIC Nicolas; 19 COULOMB Charles Augustin; 75 COUSIN Victor, 10 CUVIER Georges; 33,50,69,75 DALTON John; 75,84,87-90,94-97,103,107,111,115,118,121,122,131,160,176 DAVY Humphry; 75,84,89,90,95,100,105,110,122,123,151,160,161,185 DEGERANDO ; 4,11,45 DESCARTES René; 4,6,13,22,25,29,35,48 DESTTUT DE TRACY Antoine; 11-14 DIDEROT Denis ;56 DOBEREINER J.W; 131,186

DULONG Pierre Louis: 97.99

DUMAS Jean-Baptiste; 86,98,123,177

FOURCROY Antoine Laurent (de); 74

FOURIER Joseph; 67,75,103, 145,147,148,154,155,189

FRESNEL Augustin; 48,75,103, 145,151,153,161

GALILEE Galileo; 18

GARAT Dominique Joseph; 11

GAY-LUSSAC Louis Joseph; 76,94,96,97,99,110,113,114,117-119,132,161

GERANDO (de) voir DEGERANDO

GLADSTONE ; 131

GMELIN; 131

GUINGUENE; 11

HAUY Rene Just; 12,25,62,113-116,120,.125,181

HELMHOLTZ H.L; 191

HELVETIUS Claude Adrien; 5,12,13

HINRICHS; 131

HUME David; 5,18,22

JUSSIEU Bernard (de); 33,50,52,69,133,139

KANT Emmanuel; 6,7,11,12,17-21,26,31,39,40,41,48,65,69,81-83,112,165

180,190

KEPLER Johannes; 6,40,65,147,155

KREMERS ;131

LAGRANGE Joseph Louis; 12

LAPLACE Pierre Simon (de);12 ,25,48,65,77,78,80,103,108,111,117,145,151 155,161,179,183,190,191

LAROMIGUIERE; 11

LAVOISIER Antoine Laurent; 12,69,75,79,91-93,105,110,111,131,140,162

LE BLANC Nicolas; 98

LEIBNIZ G.W; 7,38,82,83,112,180

LENSSEN ; 131

LINNE Carl Von; 55,98,140

LITTRE Emile; 72

LOCKE John; 4-6,9,12,25,30,35,38,45,167

LOTHAR MEYER; 132

MAINE DE BIRAN François Pierre; 4,10,13-17,22,25,35,40,41,44,45,69

MALEBRANCHE Nicolas; 7,38

MARIOTTE Edme; 80,106-108,116,118,124,126,153,161

MAXWELL J.C; 172

MENDELEIEV Dimitri Ivanovitch; 131

MITSCHERLICH Eilhard; 98,99

MONGE Gaspard; 12

NEWLANDS J.A: 132

NEWTON Isaac; 5,18,21,75,79,82,87,88,111,112,.147,155,161,175

OERSTED Hans Christian; 83,145,146,150,156,161,189-191

PETIT Alexis-Thérèse; 97,99

PLATON; 34

POINTCARE Henri; 189

POISSON Denis; 48,75,161,183

PROUST Joseph Louis; 93,94

RANKINE William J.M; 172,191

REID Thomas; 6,7,22,25

RICHTER J.B; 91,94

ROME DE L'ISLE Jean-Baptiste; 98,113

SAINT-HILAIRE Geoffroy (de); 50

SCHELLING F.W Joseph Von; 83

SIEYES Emmanuel Joseph; 11

SPINOZA Baruch; 7

TAIT P.J; 170-172

THENARD Louis Jacques; 105, 132

THOMSON Thomas; 86,87

THOMSON Williams; 170-172,191

VOLNEY Constantin François; 11

VOLTA Alessandro; 98

WATT James; 107

WEBER E.H;

WENZEL K.F; 90,91

WOLLASTON W.H; 95

WURTZ Charles Adolphe; 87,91,94

YOUNG Thomas; 153

INDEX DES PRINCIPAUX CONCEPTS PHILOSOPHIQUES ET SCIENTIFIQUES DEFINIS PAR A.M AMPERE

ABSTRACTION 32

AME 30

ANTHRACIDES 135,142

ARGYRIDES 136,142

ARITHMOGRAPHIE 62

ARITHMOLOGIE 62,70

ARSENIDES 135,142

ATOMOLOGIE 51.70

AUTOPSIE 42

AUTOPTIQUE (point de vue) 59

BORIDES 135,142

CALCIDES 136,142

CASSITERIDES 135,142

CERIDES 136,142

CHLORIDES 135,142

CHROICOLYTES 134,142

CHROMIDES 136,142

CHRYSIDES 136,142

CONCEPTIONS (explicatives) 47

CONCEPTIONS (objectives) 46

CONCEPTIONS (onomatiques) 47

CONCEPTIONS (primitives) 46

COSMOLOGIQUES (Sciences) 52

CRYPTOLOGIQUE (point de vue) 59

CRYPTORISTIQUE (point de vue) 59

ESPACE 30

DEDUCTION 35

GAZOLYTES 134,142

GEOMETRIE MOLECULAIRE 62,70

HYPOTHESE 36

IMAGE 27

INTUITION 39,45

JUGEMENT 34

LANGAGE 33

LEUCOLYTES 134,142

MATHESIOLOGIE 56, 169

MATIERE 30

MECANIQUE MOLECULAIRE 63,70

NOOLOGIQUES (Sciences) 52

NOUMENE 37

PHENOMENE 37

RAPPORTS (Théorie des) 37

SENSATION 27

SIDERIDES 136,142

STEREONOMIE 51,70

SYNTHETOPSIE 42

TEMPS 30

TEPHRALIDES 136,142

THIONIDES 136,142

TITANIDES 136,142

TROPONOMIQUE (point de vue) 59

URANOLOGIE 62,70

ANNEXE

« Notice sur la vie et les travaux d'A.M. Ampère ».

Manuscrit autographe, rédigé à la troisième personne en 1824. (1)

André-Marie Ampère naquit à Lyon le 20 janvier 1775 de Jean-Jacques Ampère, négociant et de Jeanne-Antoinette de Sutières-Sarcey. Son père qui n'avait jamais cessé de cultiver la littérature latine et française, ainsi que plusieurs branches des sciences, l'éleva lui-même dans une campagne voisine de la ville où il était né. Jamais il n'exigea de lui d'étudier quoi que ce soit, mais il sut lui inspirer un grand désir de savoir. Avant de pouvoir lire, le plus grand plaisir du jeune Ampère était d'entendre des morceaux de l'Histoire naturelle de Buffon. Il demandait sans cesse qu'on lui lût l'Histoire des animaux et des oiseaux dont il avait appris depuis longtemps tous les noms en s'amusant à en regarder les figures.

La liberté qu'on lui laissait de n'étudier que quand il lui plaisait de le faire fut cause que, quoiqu'il sut épeler depuis longtemps, il ne lisait point encore et c'est en s'exerçant seul à comprendre l'Histoire des oiseaux qu'il apprit enfin à lire couramment. Bientôt la lecture des livres d'histoire et des pièces de théâtre qu'il trouvait dans la bibliothèque de son père l'attacha autant que celle de Buffon. Il se passionnait pour les Athéniens et les Carthaginois, et prenaît en haine les Lacédémoniens et les Romains quand il les voyait subjuguer ou détruire les peuples qu'il affectionnait. Il prenaît un singulier plaisir à apprendre des scènes entières des tragédies de Racine et de Voltaire et à les réciter en se promenant seul.

Les sentiments que ces lectures développaient en lui s'exaltaient par ce qu'il entendait raconter des événements de la guerre que l'Angleterre et la France se faisaient alors au sujet de l'indépendance des Etats-Unis.

Son père, qui connaissait et parlait même la langue de Virgile aussi bien que l'aurait pu faire le plus habile professeur, lui inspira le désir de l'apprendre en lui récitant souvent des vers de cet admirable poète, dont l'harmonie charmait le jeune Ampère. Il sut bientôt assez de latin pour comprendre les auteurs qui ne présentent pas de grandes dissipation dissipation le suivait de grandes dissipation de la lecture de de Mazéas étant tombés sous sa main, toute autre étude sut oubliée. Il s'en occupa uniquement, et la lecture de ces deux livres sut suivait de celle de l'algèbre de Clairaut et des traités des sections coniques de La Chapelle et du marquis de L'Hôpital. Ne connaissant personne qui eut la moindre connaissance de mathématiques, il se mit à composer un traité des sections coniques avec les matériaux qu'il trouvait dans ces ouvrages et des démonstrations qu'il imaginait et croyait nouvelles. Mais quand il voulut lire les articles de mathématiques de l'Encyclopédie, il su arrêté par le calcul infinitésimal dont il n'avait aucune idée.

Ayant à cette époque, pendant un séjour de quelques mois que son père fit à Lyon, eu l'occasion de voir M. Daburon, alors professeur de théologie au Collège de la Trinité à Lyon, aujourd'hui inspecteur général des études, qui s'était beaucoup occupé de mathématiques, il lui raconta l'embarras où le mettaient les d qu'il trouvait dans ces articles sans qu'on y cut dit ce que cette lettre représentait. M. Daburon fut frappé de ce que le jeune Ampère avait fait sans autre secours que les livres qu'il avait étudiés, il-eut la bonté de lui donner quelques leçons de calcul différentiel et de calcul intégral, et lui aplanit ainsi les difficultés qui l'avaient arrêté.

Son père, pénétré de reconnaissance, se lia d'une intime amitié avec M. Daburon qui venait parfois passer quelques jours à la campagne où il avait ramené son fils. M. Daburon dirigea les études mathématiques du jeune Ampère et lui inspira une nouvelle émulation qui rendit ses progrès plus rapides. Chaque année, M. Ampère passait deux mois à Lyon; il conduisit son fils à quelques leçons du cours de physique de M. le professeur Mollet. De retour à la campagne, celui-ci lut quelques ouvrages de physique et quelques temps après, la lecture des lettres de Rousseau sur la botanique lui ayant inspiré une grande ardeur pour l'étude de cette science, il partagea son temps entre les herborisations et les calculs.

Cependant, les troubles politiques amenaient en France des événements aussi désastreux qu'inattendus; la guerre civile éclata et Lyon fut assiégé par l'armée de la Convention. M. Ampère laissa sa famille à la campagne, et se fit un devoir de ne pas abandonner ses concitoyens. Il refusa de sortir de la ville assiégée et lorsqu'elle succomba,

il fut une des premières victimes du tribunal révolutionnaire.

D'après ses ordres, le jeune Ampère fut retenu dans la campagne où il l'avait laissé; on le berçait de la vaine espérance que son père allait lui être rendu et l'étude des mathématiques l'occupait plus que jamais, parce que l'on avait eu soin de lui procurer, peu avant le siège de Lyon, la Mécanique analytique dont la lecture l'avait animé d'une nouvelle ardeur. Il en refaisait tous les calculs, et se livrait encore à ce travail dans l'instant où le sort de son père lui fut révélé. Pendant plus d'un an, livré à une douleur qui l'absorbait uniquement, il ne fut plus question pour lui d'aucune étude. Le goût de la botanique se réveilla le premier en lui lorsqu'il revit dans ces campagnes où il avait tant de fois herborisé, les plantes dont il avait déterminé les noms. Bientôt il retrouva le charme qu'il avait éprouvé autrefois en récitant dans ces promenades solitaires des vers français ou latins. Ce n'est qu'alors que la langue latine lui devint familière par une étude suivie des grands écrivains de l'ancienne Rome. Parvenu à sa vingtième année, le jeune Ampère ne pensait pas à jamais quitter les campagnes qu'il avait presque exclusivement habitées jusqu'alors

L'impossibilité de former un établissement qui devint le seul but de sa vie, sans avoir ce qu'on appelle un état, le ramena aux sciences exactes dont il ne s'était plus occupé depuis le siège de Lyon, et qui pouvaient scules lui offrir les moyens d'existence indépendants des revenus du petit domaine qui était seul resté de la fortune de son père. C'est dans la vue de se les procurer qu'il quitta en 1797 le séjour de la campagne et vint enseigner les mathématiques à Lyon, et ce travail le conduisit naturellement à se livrer de nouveau à l'étude de cette science et à celle de la physique et de la chimie. S'étant marié en 1799, il fut nommé deux ans après professeur de physique à l'Ecole Centrale du département de l'Ain. Il se trouva dans la nécessité de faire réparer sous ses yeux les divers instruments dont se composait le cabinet de cette école et d'en faire construire de nouveaux pour réaliser les phénomènes qu'il devait expliquer à ses élèves. Il acquit par ce travail l'aptitude particulière à imaginer de nouveaux procédés pour interroger la nature et à construire de nouveaux instruments, aptitude qui lui a été depuis d'un si grand secours dans ses travaux sur les propriétés dynamiques qu'il a découvertes dans les conducteurs voltaïques.

Il fut nommé en 1802 professeur de mathématiques au lycée de Lyon. Cette place remplissait tous ses vœ et il n'aurait sans doute jamais songé à quitter sa ville natale si le séjour ne lui en était pas devenu insupportat par la perte qu'il fit de Madame Ampère dont les vertus et les plus aimables qualités avaient fait le charme sa vie. Le temps qu'il passa encore à Lyon fut aussi pénible pour lui que celui qui avait suivi la mort de son père. trouva enfin une sorte d'adoucissement à la douleur qui l'avait accablé dans l'étude de la philosophie spéculati pour laquelle il a conservé depuis cette époque un goût très vif, mais toujours contrarié par les occupation habituelles du reste de sa vie. Un mémoire de mathématiques que M. Ampère avait composé pendant qu'il pressait la physique et la chimie à l'Ecole Centrale de l'Ain ayant été présenté par M. Delambre à l'Académ des sciences, le rapport très flatteur que MM. Delagrange et Biot en firent à cette compagnie détermina M. Ampèr à venir à Paris où M. Delambre fut pour lui un nouveau père; il devint successivement répétiteur d'analy à l'Ecole polytechnique, membre et secrétaire du bureau consultatif des Arts et Manufactures, inspecteur génér des études, et enfin professeur à l'Ecole polytechnique. Il n'avait jamais eu l'ambition de réunir trois plac aussi avantageuses et quoiqu'il lui fût facile d'en concilier les fonctions, il crut devoir à la vive amitié qui l'unissa à M. Thénard de lui céder la place qu'il occupait au bureau consultatif.

En 1814, M. Ampère dut aux divers mémoires de mathématiques qu'il avait publiés depuis qu'il résida à Paris, le choix que l'Académie des sciences fit de lui pour remplacer M. Bossut. M. Ampère se livra partic lièrement à l'étude de la physique, de la chimie et surtout de la philosophie spéculative dans son application au autres sciences, il aimait à voir dans cette application une source de nouveaux progrès et pour ces sciences et pour la philosophie elle-même.

Il allait peut-être publier ses idées sur ce sujet lorsque M. Œrsted découvrit l'action exercée sur un aimant par le fil conducteur d'une pile de Volta. Cette découverte retentit dans le monde savant et elle inspira à M. Ampèt des recherches qui le conduisirent à la découverte de deux faits non moins importants, celui de l'action qu'exercer l'un sur l'autre deux fils conducteurs, et celui de la direction d'un fil conducteur par une force émanée du glot terrestre qui est évidemment celle qui dirige l'aiguille d'une boussole. L'action de cette force sur le fil conducteur était niée en Allemagne et en Angleterre lorsque M. Ampère la constata par des expériences plusieurs forépétées en présence de plusieurs membres de l'Académie le 30 octobre 1820; dès le 25 du mois précéden M. Ampère avait répété dans une de ses séances les expériences relatives à l'action mutuelle des fils conducteur Cette action, analysée dans les nombreux phénomènes qu'elle produit, est devenue une source féconde de not veaux faits. C'est de ces faits, dont les uns ont été découverts par M. Ampère, les autres par divers physicien et des calculs déduits de sa formule, par laquelle M. Ampère en a représenté toutes les circonstances, que se compose aujourd'hui la nouvelle branche de physique à laquelle il a donné le nom d'électricité dynamique compose aujourd'hui la nouvelle branche de physique à laquelle il a donné le nom d'électricité dynamique

qui a fait en si peu de temps des progrès si rapides et si inattendus. L'étude de ces faits et des lois de la fordont ils dépendent paraît devoir étendre son influence sur l'ensemble des sciences physiques. Déjà elle a servi démontrer que les phénomènes qu'offrent les aimants sont de purs phénomènes électriques, et qu'il en est probablement de même des effets attribués à l'affinité et de toutes les lois des combinaisons chimiques. Un des plugrands physiciens de notre époque, M. Arago, a lui-même rendu ce témoignage aux conséquences que M. Ampè a déduites des faits qu'il a reconnu le premier, que ces conséquences ne lui ont pas été inutiles dans ses bell découvertes de l'aimantation par l'électricité, découvertes qui lui ont fourni des procédés d'aimantation supérieu à tous ceux connus jusqu'à lui et qui dispensent de la nécessité de se procurer un aimant pour en produi d'autres.

C'est à ses travaux sur l'électricité dynamique que M. Ampère doit son admission à la Société Royale de Londre à celles d'Edinbourg, de Cambridge, à la Société helvétique des scrutateurs de la nature, et aux académies c Genève, Lisbonne, de Stockholm et de Berlin; il a publié dans différents journaux scientifiques sur les résulta qu'il a obtenus plus de vingt écrits (...).

En 1809, dès que M. Ampère eut connaissance des belles découvertes de M. Gay-Lussac et Thénard sur le diverses substances qui contiennent le corps simple qu'on regardait alors comme composé, et qu'on nommait acie muriatique oxygéné, il en conclut que ce corps était un élément auquel on devait donner un nom analogue à cet des autres corps simples; il indiqua le nom du chlore, qui a été depuis adopté généralement. Il fut le premi qui défendit cette nouvelle théorie comme un résultat nécessaire des expériences dont nous venons de parl lorsqu'on se conformait aux principes dont Lavoisier avait fait la base de la chimie, et ce n'est que longtem après que l'illustre M. Davy, ayant eu la même idée, la fit adopter au monde savant. M. Ampère avait étence les mêmes considérations aux corps simples, analogues à l'oxygène et au chlore qui est combiné avec l'hydrigène dans l'acide qu'on nommait alors acide fluorique.

Cette fois-ci du moins, il publia son opinion avant qu'elle eut été admise par d'autres, et la France a conserla priorité à cet égard. Le nom de Phtore qu'il a donné à cet élément méconnu jusqu'à lui a été adopté ain que la théorie qu'il suppose par plusieurs de nos savants les plus distingués.



(1) - Ce texte figure dans l'annexe I de "A.M AMPERE et la création de l'électrodynamique" de Christine Blondel PARIS B.N 1982