

De TERRA AMATA au boson de HIGGS, en passant par PEISEY et MOÛTIERS

Quelques détours dans l'histoire des sciences et des techniques

Introduction : l'homme, les mythes et les dieux, la quête de connaissance

« L'homme est cet être dont l'apparition fait que le monde existe ».

J'ai choisi cette citation de J.P.Sartre pour débiter une communication centrée sur la connaissance, car je trouve qu'elle engage bien la réflexion sur ce thème de la compréhension du monde :

« L'homme est cet être dont l'apparition fait que le monde existe ».

Faut il en déduire que le monde n'existait pas avant l'apparition de l'homme et que son origine serait concomitante avec celle de l'homme ? Une telle thèse ne serait pas conforme à la Genèse, et tout le monde s'accorde aujourd'hui pour dire que l'évolution est un fait, même si le darwinisme n'est qu'une théorie qui interprète ce fait : on sait que l'apparition de l'homme est très postérieure à l'apparition de la vie, et que l'apparition de la vie est très postérieure à l'apparition de la planète terre elle-même, du soleil, de l'espace en général. Non, ce que Sartre veut dire, c'est que le monde n'existe que dès lors que se pose la question de son existence ; et il est vraisemblable que le premier à s'être posé cette question est l'homme, et non pas les pierres, et non pas les fleurs ou quelque diplodocus. Une première conclusion est que le confort intellectuel consisterait à ne pas se poser de question, puisque n'existe pas ce qu'on ignore ; mais il ne faut pas alors se plaindre de ne pas savoir ou de ne pas avoir su !

A cette assertion de Sartre, L. Jerphagnon, philosophe et historien ajoute : « si l'apparition de l'homme fait que le monde existe, elle est aussi à la base de l'existence des dieux », car c'est bien par les dieux, puis par la mythologie, que l'homme a abordé son approche rationnelle de lui-même et du monde. Aujourd'hui, à la lumière de nos connaissances, nous poursuivons cette quête d'une réponse à notre étonnement ; car c'est bien de cela qu'il s'agit : un étonnement perpétuel.

Mais si nos connaissances nous éclairent, aujourd'hui, l'important ce n'est pas la lumière qu'elles nous procurent au terme de son voyage, mais à son origine ; l'important, ce n'est pas de comprendre comment l'histoire des sciences nous est parvenue, mais comment le passé de l'histoire l'a rendue possible, comment un fait improbable a favorisé et rendu possible un résultat inattendu, parfois même inespéré.

C'est à cette quête que je vous invite, sans autre prétention que de tracer le canevas de l'histoire des sciences et des techniques que nous broderons ensemble une autre fois, si vous le voulez bien.

Il va donc être question de l'homme et de l'évolution de sa connaissance, et je vais commencer par retracer sommairement quelques éléments de préhistoire, puis un rapide panorama de l'histoire des sciences. Dans cette histoire, j'essaierai de montrer comment la connaissance évolue sur un exemple concret, l'histoire du feu - de quand date l'apparition du feu, ses premiers usages et leur évolution - , et nous tenterons d'apporter une réponse aux questions que ne manquaient pas de se poser nos ancêtres, qu'ils fussent égyptiens, babyloniens, grecs, romains, ou habitants de Saint-Jean-de-Belleville : qu'est ce que le feu, pourquoi chauffe-t-il, pourquoi y a-t-il des flammes, pourquoi peut-on l'allumer en frottant deux pièces de bois ou en frappant deux pierres, comment peut-on le réguler, le maîtriser, l'utiliser de la meilleure façon possible.

Cette quête va nous amener dans différentes époques et différents lieux et nous essaierons de savoir si dans les domaines évoqués, la Savoie, qu'elle fût française ou royaume, fut présente, actrice ou simple spectatrice.

Quelques éléments de préhistoire

Les éléments ci-dessous se réfèrent à des chroniques d'Yves Coppens qui se dit lui-même « naguérologue ».

Les pré-humains :

L'histoire commencerait il y a plusieurs millions d'années avec un pré-humain du Bechuanaland, en Afrique du Sud, et reconnu comme tel par l'université de Johannesburg.

Une étape connue de tous est celle de Lucy, il y a 3 millions d'années, pour laquelle Yves Coppens garde l'affection d'un « père » adoptif. Il trace lui-même l'histoire de ces pré-humains :

8 ou 10 millions d'années : **Big Branching** : le singe et l'homme ont des ancêtres communs

4 millions d'années : **Grass Growing** : on mange de l'herbe parce qu'il n'y a plus d'arbres à escalader

3 millions d'années : **Home Hunter** : on découvre la viande et les outils vont devenir nécessaires.

Selon les paléontologues, le passage du pré-humain à l'homo serait dû à un gène qui aurait joué un rôle clef dans l'évolution du cerveau humain, et c'est ce qui « rendrait les humains plus intelligents que les autres primates ».

Les premiers humains

Le premier homme serait né en Afrique il y a 3 millions d'années et il se serait alors déployé dans toute l'Afrique et l'Eurasie. Des signes de sa présence apparaissent sur plusieurs sites, et nous nous limiterons aux sites de notre continent :

La Géorgie : l'étude des crânes géorgiens démontre que c'est *homo habilis* et non *homo erectus* qui aurait quitté l'Afrique pour se répandre en Eurasie.

Burgos : dans un massif montagneux près de Burgos, 3 grottes recèlent de nombreux squelettes de quelques 800 000 ans. Serait-ce un ancêtre de Néandertal ?

Elsfield (Grande Bretagne) : les plus vieux outils de pierre taillée de Grande Bretagne dateraient de 700 000 ans.

Carnac : « dans les falaises sud armoricaines, on trouve les restes d'une culture qui, il y a 500 000 ans, taillait quartz et silex et possédait le feu ».

Terra Amata : des promoteurs envisageaient d'acheter le terrain situé sur le bord de la corniche niçoise, lorsqu' y fut découvert un site préhistorique ; ils en conclurent que c'était bien la preuve que le site était intéressant puisque apprécié depuis 400 000 ans. Le site a été conservé en l'état, avec un musée et des expositions.

Vient ensuite une période au cours de laquelle 2 humains cohabitent, Néandertal et Sapiens, le premier né en Europe, lorsque son ancêtre *homo erectus* s'est trouvé bloqué par les glaciers, tandis que homo sapiens est venu le rejoindre il y a 500 000 ans.

On découvre les premiers signes et les premières images, ou comment l'Art vient aux hommes, il y a 30 000 ans : grotte Chauvet, Vilhonneur, Rouffignac, Lascaux...

Et voici le Néolithique : Yves Coppens appelle cette période le « passé simple » de l'humanité. Il indique que le figuier aurait été la première espèce domestiquée, un peu par hasard, il y a 11 400 ans, avant l'engrain, il y a 11 000 ans, puis l'épeautre, l'orge et le seigle. Il y a 10 500 ans. C'est le début de la sédentarisation. Le site le plus haut pourrait bien être celui de Bessans, à 2250 mètres d'altitude, bénéficiant de la période de dégel, il y a 11000 ans, qui a suivi la glaciation de Würm.

Dans ce qui est aujourd'hui la France, les premières implantations remontent à cette époque, avec un retard certain pour notre Savoie du fait de sa configuration géographique. On trouvera beaucoup d'informations dans divers livres de la bibliothèque, et je citerais celui que j'ai largement consulté : **La Savoie, des origines à l'an mil, par une réunion d'auteurs.**

J'en reprends les périodes essentielles :

Néolithique ancien (- 4000) : occupation minime des massifs alpins ; quelques sites comme la grotte de la Balme de Thuy

Néolithique moyen (- 3500) :

- La civilisation de Chassey, d'origine méridionale, arrive jusqu'à Chambéry,
- La civilisation de Cortaillod, venant du plateau suisse, arrive en Tarentaise : traces à Bellecombe et Bozel

Néolithique récent (- 2500): on peut citer la Civilisation Saône-Rhône et la Civilisation Cordée, mais c'est un Courant méridional, en provenance du midi, qui intéresse Maurienne et Tarentaise

Le cuivre (- 2000): on trouve en Tarentaise des traces d'une civilisation productrice d'objets en cuivre, en provenance d'Italie du Nord : **la civilisation de Remedello**.

Le bronze : au bronze moyen, (-1200), on note une certaine désaffection de la Tarentaise au profit de la Maurienne, attribuée à l'arrêt de l'exploitation du cuivre.

Puis vient une période de rafraîchissement.

On note une expansion du peuplement et la naissance de la métallurgie alpine à la fin de l'âge de bronze, avec une colonisation systématique et définitive des hautes vallées alpines.

A l'âge du fer (-900), on voit naître *l'entité alpine dans les massifs centraux*.

Au VIIIème siècle AJC, des paysans s'étaient installés sur les plateaux et les vallons suspendus au-dessus des vallées profondes de l'Arc et de l'Isère, et cette implantation s'est confirmée les siècles suivants, avec l'installation d'une véritable civilisation montagnarde, distincte des civilisations voisines. On pense que cette indépendance était liée à l'exploitation du sel, mais aussi à l'exploitation des ressources minières et des développements métallurgiques, ainsi qu'aux talents de « passeurs » des habitants qui créèrent des voies de passage favorisant les échanges, et particulièrement le transport de l'étain, indispensable pour l'alliage bronze, et en provenance de Bretagne. Cette fonction de passeurs permit certes, le transport des marchandises, mais aussi l'échange des idées dont on sait qu'elles sont le ferment du progrès.

Pour résumer tout cela en quelques mots, je dirais que la configuration physique de la Savoie est le fruit de bouleversements géologiques qui furent suivis d'une période de grand refroidissement, avec une extension des glaciers du massif alpin jusqu'au-delà de Lyon ; avec comme conséquence évidente une installation des hommes tardive par rapport à d'autres régions, et notamment les lieux du moyen orient qui furent le terrain d'élection de notre civilisation. Pour nous en tenir au continent européen, il faut reconnaître que le

plateau central de la France et les régions méditerranéennes furent habitées bien avant que les premières créatures humaines n'accèdent aux vallées intérieures du massif de la Vanoise.

Nous sommes en 650 AJC, en vallée de Tarentaise (qui ne s'appelait pas ainsi), et une journée commence pour un habitant, que nous supposons être sur le site de la future commune de Fontaine-le-Puits : était ce un Ibère, ou un Gaulois (Allobroge, Ceutron, Médulle, Graïocèle ou Adénate, je ne sais ?). Les découvertes archéologiques permettent de se faire une idée du peuplement et des activités qui montrent, autour de l'agriculture et l'élevage, beaucoup d'artisanat réunissant l'habileté technique et l'inventivité. Si on en croit TITE LIVE, les populations étaient négligées, les hommes poilus, et les vaches bonnes laitières. Les préoccupations immédiates restent liées à l'idée de survie : comment se protéger du froid, comment se procurer de la nourriture, comment installer sa famille. Il y faut un grand courage, une bonne résistance à la douleur, assortis d'une certaine fatalité et de son corollaire : ne rien faire qui puisse entraver le bon déroulement des choses et notamment, ne pas irriter les dieux qui pourraient avoir prise sur les événements. A ses rares moments de tranquillité, notre homme s'interroge bien sur lui-même et le monde, mais il ne dispose d'aucun des éléments qui lui permettraient de se proposer une réponse, ni par l'observation, ni par la réflexion, ni par l'échange, ni par la curiosité ; il pense même qu'en tentant de trouver une réponse à des questions qui relèvent des dieux, il ne pourrait que les irriter. J'ai parlé de notre homme, mais c'est une façon générale de s'exprimer car j'aurais pu dire aussi notre femme, dont vous imaginez bien qu'elle avait d'autres chats à fouetter que la spéculation philosophique.

Dans le même temps, en Ionie, au bord de la mer Egée, dans la ville de Milet, Thalès bénéficie des conditions matérielles apportées par la civilisation grecque, et il peut consacrer son temps à la réflexion et à une tentative de réponse aux grandes questions qui le préoccupent : comment et quand apparaissent les éclipses, peut-on prévoir la pluie, qu'est-ce que l'eau et l'air et quelle est la substance fondamentale, celle dont découlent toutes les autres ; quelle est la substance du ciel, qu'est-ce qui provoque l'arc-en-ciel, que sont les astres ? Ce questionnement n'est pas propre à Thalès, mais il en est le chef de file, et c'est ainsi qu'apparaît la première école dite « philosophique », l'école des Milésiens.

Tirons un premier enseignement de cette introduction :

- Si l'école philosophique de Fontaine-le-Puits n'a pas eu la réputation de celle des Milésiens, cela ne tient pas à la qualité des uns ou des autres, mais aux circonstances historiques ;
- Si l'Ecole des Milésiens est appelée « école philosophique », on voit que ses préoccupations n'étaient pas de simples spéculations intellectuelles, mais des questions sur le monde comme continuent à s'en poser aujourd'hui nos savants et nos ingénieurs.

Panorama de l'histoire des sciences

Explication du feu : analyse historique

Il est hors de question ici de retracer l'histoire des sciences, mais de donner quelques jalons essentiels de l'évolution de la connaissance et de les situer sur une échelle du temps.

1. La Préhistoire et l'Antiquité

C'est l'époque de l'observation du monde, notamment le ciel, et des premières tentatives d'explication, et l'époque où les premières techniques sont mises au point de façon empirique en vue de fabriquer ou construire. C'est l'époque de l'éclosion des mathématiques et des premières interrogations au plan anatomique ; on en a un témoignage remarquable sur les parois des grottes, telle Lascaux, « la chapelle Sixtine de la préhistoire ».

La découverte du feu par l'homme a évidemment précédé sa maîtrise du phénomène, ce qui fait qu'il est très difficile de dater avec précision cet événement puisque des traces de feu relevées ne sont pas suffisantes pour dire si le feu est naturel ou allumé par l'homme ; c'est ainsi que s'il est difficile de dater le premier feu humain, il est aussi difficile de le situer. Au demeurant, une telle précision est inutile puisque mon propos s'attache plus à l'explication du phénomène et aux étapes de cette explication, qu'à son apparition elle-même. Nous nous en tiendrons donc à ce qui est communément admis par les spécialistes archéologiques et nous retiendrons un site parmi d'autres, et une date valable pour notre continent : le site est celui de TERRA AMATA, proche de NICE, donc de notre SAVOIE, et nous situerons à 400 000 ans la date qui nous sépare de cette découverte. Quant à la découverte elle-même, il s'agit des traces d'un foyer, ce qui, n'en doutons pas, constitue la façon la plus élémentaire de faire un feu.

On sait donc qu'un feu a été allumé et entretenu il y a 400 000 ans à TERRA AMATA, et bien sûr, en d'autres lieux, mais que sait-on sur la façon dont il a été allumé ? Sur ce point aussi, le doute ne peut être levé et on en est réduit à formuler des hypothèses en recherchant les diverses méthodes naturelles possibles d'allumage : la friction, la percussion, la concentration, et bien sûr, la conservation.

Le premier usage a, d'évidence, utilisé la propriété du feu d'être chaud en produisant lui-même de la chaleur, et c'est donc l'usage du chauffage qui est sans doute le premier, suivi immédiatement par celui de la cuisson des aliments, puis par une foule d'autres usages qui apparaissent à chaque fois qu'une technique pût émerger d'un grand nombre de tentatives, en présence d'éléments disparates dont le feu pouvait assurer la transformation. C'est ainsi qu'apparaissent la poterie, et ses améliorations diverses vers la porcelaine, la céramique et l'industrie du verre, la première métallurgie, à partir du cuivre puis de son alliage, le bronze,

puis le fer et sa métallurgie propre. Nous sommes alors à la fin de la préhistoire et la réponse à nos questions, c'est Vulcain qui la détient, en sa qualité de dieu du feu et du fer.

La première difficulté pour diversifier les usages du feu fut sa maîtrise, son allumage et son entretien, puis la température atteinte, puis la maîtrise de cette température, puis les conditions de fonctionnement, les risques, etc.

Dans un premier temps, on a une perception empirique des caractéristiques du feu, avant un début de conceptualisation par la notion de température. Cela suppose une connaissance des nombres, dont on fait remonter la première apparition il y a 37 000 ans, par des entailles sur un os de babouin, retrouvé dans le sud de l'Afrique. On a rapidement compris que la température atteinte était fonction du combustible utilisé, de la quantité d'air amené pour la combustion, donc du tirage, lui-même fonction de la hauteur entre foyer et sortie de la cheminée.

Les améliorations dans la technique du feu

Voici un rappel sommaire des différents usages :

- **Poterie, émaux**, La poterie fait partie des premiers usages du feu puisqu'elle permet de produire des vases et récipients à usage domestique réalisés en terre cuite. On situe son invention au cours de la préhistoire, au néolithique, de façon indépendante dans plusieurs régions du monde, en Chine, vers 20 000 AJC, en Afrique saharienne, vers 13 000AJC, d'une façon générale, lors de la sédentarisation des populations. Cette technique nécessite un four et des températures de cuisson de 850°C à 1150°C, selon la nature de la terre utilisée. En Chine, on a découvert des fours dits « fours dragon », datant de la *dynastie Shang*, et permettant d'atteindre une température de 1300°C ; ils étaient implantés le long d'une pente d'une dizaine de degrés d'inclinaison, avec une grande longueur permettant un tirage important ; on peut en voir une belle maquette au musée de Shanghai. Ces fours permettaient la vitrification de la porcelaine, bien plus tôt qu'en Europe.

Les premiers fours utilisés sont des fours *semi-enterrés*, avec un foyer et une chambre de cuisson séparés par une sole portée par un pilier central ; ils permettaient d'atteindre une température de 900°C.

- **Cuivre, bronze**

Je cite le cuivre pour mémoire dans l'utilisation du feu puisque la première technique sur ce type de métal concernait sa forme native qui était travaillé par martelage à froid et non fondue. Il faut d'ailleurs noter que la température de fusion du cuivre est de 1063°C, température qu'on n'atteint pas dans un four traditionnel de l'époque. Le mélange de cuivre et d'étain permet l'obtention d'un métal nouveau, qu'on appelle un alliage, et dont la température de fusion est nettement plus basse ; sa découverte donnera naissance à la métallurgie du bronze. En France, on situe l'âge du bronze de

-4000 à -800, pour la production d'outils et d'armes. L'une des particularités de cette nouvelle technique est qu'elle n'utilise plus des équipements issus d'une économie locale, mais qu'elle nécessite une spécialisation, donc une économie complexe couvrant de vastes territoires, et organisant la diffusion des produits. Les fours utilisés sont du type *bas-fourneaux*. Ils sont constitués d'une cheminée en briques d'une hauteur de 2m environ dans laquelle on dispose en alternance une couche de minerais et une couche de charbon de bois ; le produit obtenu s'appelle la « loupe ». Le tirage est naturel ou mécanique, par des soufflets, actionnés à main d'hommes, ou même par des moulins à eau, et c'est ce progrès qui permettra l'obtention de températures élevées.

- **Fer**

La métallurgie du fer commença comme celle du bronze, mais la température atteinte dans les *bas fourneaux* était insuffisante et on obtenait un produit d'aspect spongieux qui nécessitait un martelage pour le débarrasser de ses impuretés. La technique des fours s'orienta vers la recherche d'une température dépassant 1500°C, avec l'apparition du *haut-fourneau*. Le passage du bas fourneau au haut fourneau n'a pas qu'une nécessité de température atteinte, il a aussi une nécessité de nature chimique qui ne sera explicitée que beaucoup plus tard. Le haut fourneau apparaît dès le XV^{ème} siècle, mais on l'appelle alors de plusieurs noms : fourneau à fer, fourneau de fusion, fourneau élevé, grand fourneau, ..

Dans un haut fourneau, la température atteint 1600°C, ce qui permet la liquéfaction et la récupération du métal par coulée.

Premières tentatives d'explication

Les explications sur la maîtrise du feu se situent aux origines de la chimie, et la capacité qu'elle offre dans la transformation de la matière. L'âge du bronze (2500AJC), puis l'âge du fer, mais aussi la fabrication du verre, en Egypte, sous la XVIII^{ème} dynastie, sont les premiers exemples de transformation, mais on peut citer aussi la recherche de parfums et de médicaments. Il ne s'agit alors que de recherches techniques, sans réflexion particulière sur la constitution de la matière.

On peut situer la première démarche à caractère scientifique sur l'explication des phénomènes naturels, et le feu en fait partie, à ce qu'on appelle l'école de MILET que j'ai rappelé tout à l'heure, avec Thalès et ses disciples, au VII^{ème} siècle AJC, période qui constitue le « miracle grec ».

Il existe, sur ce sujet, un point de controverse dans le fait que l'état de la connaissance, antérieurement à cette date, et hors de Grèce, en Egypte ou Babylone, par exemple, était supérieur sur bien des points à la *science* grecque. Mais l'important, pour nous ici, aujourd'hui, c'est que cette *science*, précisément, ne relevait plus des mythes, mais d'une observation qui est à la base même de la démarche scientifique. Ce qui faisait dire à JF Revel,

qu'on ne présente pas, que l'appellation de « miracle grec » dont on qualifie cette époque était pour le moins maladroite dans ce sens que les penseurs grecs étaient précisément les premiers à tenter d'expliquer la genèse du réel sans faire appel au miracle.

Sans entrer dans le détail, voici une liste sommaire des différentes écoles philosophiques :

Les philosophes monistes (Thalès, Anaximandre et Anaximène de Milet, Héraclite d'Ephèse, Phérécyde de Syros) :

L'harmonie de la Nature repose sur un élément primordial dont la nature exacte n'est pas clairement définie, eau ou air, puis le feu, puis la terre, mais en tout cas, illimité et transformable.

Les nombres et le triangle (Pythagore et Platon) :

- L'école pythagoricienne, pour laquelle tout est affaire de nombres et d'harmonie, et qui associe une forme géométrique à chaque élément : le feu est représenté par un tétraèdre, l'air par un octaèdre, l'eau par un icosaèdre, la terre par un cube.
- Platon définit sa position en imaginant, dans *Timée*, la formation par le Créateur, de l'Univers et de l'Homme. Il note que le monde a la forme sphérique, « cette forme circulaire étant la plus parfaite de toutes et la plus semblable à elle-même ». Pour les 4 éléments, il adopte le triangle comme forme de base, se situant dans la lignée des pythagoriciens.
- Avec cette théorie du triangle, Platon va même prévoir une *transélémentation*, d'un élément à un autre, de l'air vers le feu, ou de l'eau vers le feu et l'air. Cette idée d'une matière première unique servira de base à l'alchimie.

La théorie des 4 éléments (Empédocle, Aristote, Théophraste) :

- Aristote (IV^{ème} siècle AJC, 384-322), reprendra les travaux de ses prédécesseurs en les classant et en y ajoutant sa propre réflexion et un 5^{ème} élément, l'*éther*, qui constitue ce que nous savons aujourd'hui être le vide interstellaire. Surtout, il développe l'idée de la *transélémentation* en associant à chaque élément 2 propriétés particulières opposées : froid et chaud, sec et humide, ce qui permet une transformation dans laquelle chaque élément possède un caractère commun avec 2 autres : par exemple, la terre est froide et sèche, tandis que l'eau est froide et humide, l'air, chaud et humide et le feu, chaud et sec. Cette pensée d'Aristote alimentera la théorie de la *transmutation* des alchimistes, et perdurera jusqu'au XVIII^{ème} siècle et Lavoisier.

Les théories particulières (Leucippe, Démocrite, Anaxagore de Clazomènes, Epicure) :

- Enfin, comment ne pas citer les théories particulières, selon lesquelles chaque élément est constitué de particules, insécables pour les atomistes, divisibles à l'infini, pour Anaxagore, « *car il est impossible que l'être cesse d'être* ». Ce courant de pensée donnera naissance, sur d'autres bases, à la théorie atomique moderne, au XIX^{ème} siècle.

Les éléates (Parménide et Zénon d'Elée)

Leur thèse sur l'unicité de la matière, « l'être-un » est à la fois compliquée et paradoxale ; je ne me risquerai pas à la développer.

2. Moyen Age, (Vème – XVème siècle) : le monde arabe

La science a fait peu de progrès au moyen âge, mais l'Europe bénéficie, à partir du XIIème siècle, du fruit des recherches et des connaissances développées par le monde arabe, au carrefour des connaissances grecques ou indiennes, mais aussi issues de leurs propres recherches, dans les domaines des mathématiques, de l'astronomie ou en médecine.

Après la conquête musulmane, les savants de langue arabe ont assimilé le savoir des anciens Grecs et Bagdad devint un haut lieu intellectuel, comme l'était Alexandrie. Un nom a marqué cette période : Abu Jafar Muhammad ibn-Moussa Al-Khwarismi qui vécut de 788 à 850. On lui doit le système de numérotation hindou et l'arithmétique associée, qui a donné le nom *algorismi*, devenu *algorithme*, pour désigner une procédure systématique. On lui doit aussi le terme *algèbre*, qui vient *de Al-jabr*

Curieusement, on doit aussi aux Arabes la traduction des œuvres grecques d'Euclide, Archimède, Ptolémée, et beaucoup d'autres, par un mathématicien célèbre : Thabit ibn Qurra.

Dans le domaine de la chimie, cette période n'apporte aucune explication scientifique, mais contribue largement à la mise au point des méthodes expérimentales, avec l'alchimie. Nous sommes au IVème siècle PJC, et les quelques 8 siècles qui vont s'écouler bénéficient de l'émergence d'une doctrine associant dans sa démarche intellectuelle, la philosophie scientifique grecque et la spiritualité orientale : c'est par une quête spirituelle que l'alchimiste va se confronter à la matière. La naissance de cet art équivoque est ainsi relatée par l'un des premiers alchimistes, Zozime de Panapolis : « les anciennes et saintes Ecritures disent que certains anges, épris d'amour pour les femmes, descendirent sur la terre, leur enseignèrent les œuvres de la nature ; et à cause de cela, ils furent chassés du ciel et condamnés à un exil perpétuel. De ce commerce naquit la race des géants. Le livre dans lequel ils enseignaient les arts est appelé Chêma : de là le nom Chêma appliqué à l'art de l'excellence ».

Cette explication n'a pas été retenue par l'histoire : on pense généralement que le terme *alchimie* viendrait du grec *chémia*, ou « terre noire » avec un préfixe *Al*, rajouté par les arabes. Mais le terme pourrait venir aussi du grec *chumea* qui signifie *fusion* ; pourquoi pas.

La doctrine alchimique a connu une évolution sur un millénaire, mais elle répond à des principes inchangés et définis aux XIIIe, XIVe et XVème siècles :

- La matière est unique, mais susceptible d'adopter diverses formes, de façon réversible ;
- Il existe 4 éléments primordiaux : l'air, l'eau, la terre, le feu ;
- Il existe 3 principes constitutifs de la matière : le Soufre, le Mercure et le Sel.
- Il existe 7 métaux, correspondant à 7 planètes : le fer, le cuivre, le plomb, l'étain, le vif-argent, l'argent, l'or. (le vif argent est le mercure, mais il ne faut pas le confondre avec le Mercure principe qui n'est pas le vif argent ; les définitions de l'alchimie sont infiniment subtiles)
- Les métaux sont transmutables
- L'accomplissement de la transmutation a un but ultime qui est le Grand Œuvre, menant à la pierre philosophale et à l'illumination spirituelle.

Avec la Renaissance, l'alchimie n'échappe pas à l'effervescence intellectuelle et elle va se mettre au service de la médecine, avec Paracelse, de la chimie métallurgique, avec Agricola, et de la méthode expérimentale scientifique, avec Bernard Palissy et ses émaux : dans son *Traité de l'art de la terre, de son utilité, des émaux et du feu* », il traite du dialogue entre la « Théorique » et la « Pratique », qui, d'échec en échec, aboutit à la réussite finale qui définit la règle.

- **Paracelse** donne à l'alchimie une orientation thérapeutique qui aboutit à une « rupture entre l'art hermétique et la chimie scientifique » ; c'est ainsi qu'apparaissent, au XVII^{ème} siècle, quelques savants qui se revendiquent chimistes sur la base d'une chimie dite *spagyrique*, issue des travaux de Paracelse, dans laquelle le but est la recherche de la quintessence, du principe actif, par calcination, distillation, décantation et solution. Il ne s'agit pas de recherche sur l'explication du feu, mais sur son utilisation dans l'analyse des corps, avec des méthodes et des appareillages qui seront en grande partie ceux des recherches chimiques proprement dites.
- **Agricola** est un saxon, nommé Georg Bauer, 1494-1555, et il est un spécialiste des mines et de la métallurgie, donc de l'utilisation du feu pour le traitement des minerais et des alliages. Il a laissé plusieurs contributions de premier ordre, dont son « De re metallica », qui est un traité de minéralogie en même temps qu'un manuel pratique sur l'exploitation des mines ; on y trouve les différents aspects chimiques du traitement, et notamment l'usage du feu pour la coupellation qui permet de séparer les métaux nobles aux hautes températures, le grillage, qui permet l'élimination des déchets soufrés, ou bien la combustion qui permet la transformation en alliage.

Il est intéressant d'observer, à ce stade, que la France est en retard en ce qui concerne le savoir-faire et l'exploitation minière. Louis XI se tourne déjà vers l'Est européen et l'Angleterre lorsqu'il veut « faire besogner les mines... », et les premiers ouvrages sur le sujet, en France, datent du XVIII^{ème} siècle, par Hellot,

essayeur en chef à l'Hôtel des monnaies ; encore s'agit il de la traduction d'un ouvrage allemand. L'ouvrage d'Agricola, cité plus haut, est paru en latin, à Genève, en 1546, donc 2 siècles plus tôt. Ce qui fera dire à Brochant de Villiers, en 1801, qui fut plus tard professeur de minéralogie à l'École des Mines de MOÛTIERS : « par une suite de ce défaut si justement reproché aux Français, de s'occuper trop peu des ouvrages publiés en d'autres pays et surtout d'être si peu familiers avec les langues étrangères, aucun des traités de minéralogie qui ont paru en Allemagne depuis 10 ans n'ont été traduits ».

3. Du XVIème à fin XVIIIème : la science :

Pour bien situer les choses, je présente d'abord les grandes contributions scientifiques de façon chronologique, avant de préciser l'évolution propre à la chimie et à l'explication du feu.

- Copernic et l'hypothèse héliocentrique : (1543) la terre n'est plus le centre du monde. Copernic publie en 1543, le « **de revolutionibus orbium coelestium** » qui marque un tournant décisif dans l'histoire de l'astronomie en répondant aux imperfections du système géocentrique de Ptolémée, mais sans fournir d'explication, ce qui fera dire de son système qu'il est une vision purement esthétique.

- Kepler et le mouvement des planètes : (1609)
La théorie héliocentrique lancée par Copernic date de 1543, mais c'est en 1609 que Kepler, disciple de Copernic et de Tycho Brahé, publie ses découvertes dans un ouvrage, ***Astroma Nova***, qui traite de la trajectoire de la planète Mars. Il découvre que la trajectoire de Mars n'est pas une trajectoire circulaire, ce que laissait pressentir la théorie héliocentrique, mais une trajectoire elliptique ; il propose une loi qui explique le mouvement des planètes :

- Galilée et la chute des corps : (1564-1642)
Galileo Galilée naît en 1564 à Pise, et la légende veut qu'il ait découvert les lois du mouvement pendulaire en observant les oscillations du lustre de la cathédrale de Pise. Il est un acteur fondamental de ce qui a été nommé la Révolution scientifique.
Depuis Aristote, on considérait qu'il existait un mouvement naturel, selon l'axe vertical, et des mouvements provoqués considérés comme provenant d'une cause, et qui disparaissaient avec la cause qui les avaient provoqués. On avait bien noté que cette conception sommaire n'était pas conforme à certaines observations, comme celle de la trajectoire d'un boulet, avec une phase ascendante et une phase descendante. On pensait que la trajectoire était liée à l'objet lui-même.
Galilée postule qu'un corps en chute libre subit une accélération constante, donc sa vitesse augmente avec le temps de chute, tandis qu'un corps lancé horizontalement garde une vitesse constante, tant qu'il n'est pas freiné par une intervention extérieure ; il découvre donc ce qu'on appelle aujourd'hui le principe d'inertie. Il met en évidence, en

associant ces 2 mouvements, la trajectoire d'un objet lancé, qui donne une parabole dont il donne l'expression mathématique.

La révolution scientifique, c'est une loi, celle de la chute des corps, avec une expression mathématique qui n'en donne pas seulement une image symbolique, mais un instrument d'analyse et de prévision.

Si le premier « savant » était Thalès, le premier « physicien » fut Galilée.

- Fermat et Descartes et l'algébrisation de la géométrie : (1637)

La géométrie a toujours été un domaine important des mathématiques dans ses rapports évidents avec la forme des choses. Une grande avancée fut la création de la géométrie analytique qui utilise l'algèbre et ses méthodes de calcul pour résoudre des problèmes de géométrie. Les 2 principaux acteurs de cette avancée sont Pierre de Fermat (1601-1665) et Descartes qui publia ses travaux dans un appendice de son fameux discours de la méthode, en 1637.

- Newton et la gravitation : (1642-1727)

Newton est un savant anglais, né en 1642, mort en 1727, qui explicita la notion de gravitation, déjà pressentie par Galilée, grâce à l'outil mathématique qu'il contribuera à élaborer. C'est ainsi que les mouvements des planètes autour du soleil, comme la trajectoire d'un boulet de canon ou la chute d'une pomme, pourront s'écrire dans un système unique d'équations. Cette conception fut raillée par Descartes – notre père à tous en matière de rationalité – qui remplaçait le système de forces de la gravitation par un ensemble de tourbillons, mais cette conception fut approuvée philosophiquement par Voltaire, que notre académie connaît bien !

- Expérimentation et mathématique

On entre alors dans une période au cours de laquelle l'expérimentation et l'outil mathématique vont permettre de développer tous les chapitres de la physique : optique, électricité, magnétisme, mécanique rationnelle, vibrations, sons et acoustique, chaleur et thermodynamique.

On se demande souvent si les mathématiques sont nécessaires à la connaissance, et notamment si elles précèdent ou suivent celle-ci. Comment ne pas donner ici un élément de réponse en rappelant que Le Verrier découvre, en 1846, par le calcul, l'existence de Neptune, et que la rotation de la terre était prévue par la mécanique rationnelle avant que Léon Foucault ne la mit en évidence par son fameux pendule, en 1851.

- Naissance de la chimie

En chimie s'ouvre alors la période scientifique qui va collecter les résultats dispersés obtenus en métallurgie et en médecine ; on peut distinguer 2 périodes :

Une période d'expérimentation, qui va permettre la découverte des gaz avec Van Helmont, un précurseur de Lavoisier avec Jean Rey, les apothicaires parisiens avec Nicaise Lefebvre, Christophe Glaser, Nicolas Lémery,

suivie d'une période de réflexion théorique, avec Geoffroy et la théorie des affinités, la théorie du phlogistique, la chimie pneumatique, ou chimie des gaz, qui permet l'identification de « l'air fixe » par Joseph Black, les recherches sur l'eau par Henry Cavendish, qui lui permettent de découvrir l'hydrogène (air inflammable)

Nous en étions restés au XVIème siècle, avec Agricola, et nous nous retrouvons un siècle plus tard.

Quelques découvertes décisives vont se succéder :

- **La découverte des gaz par Van Helmont**

Van Helmont, un disciple de Paracelse, dans son *Ortus medicinae* (1648), écrit :
« **soixante deux livres de charbon de chêne donnent une livre de cendre. Les soixante et une livres qui manquent ont servi à former l'esprit sylvestre. Cet esprit, inconnu jusqu'ici, qui ne peut être contenu dans des vaisseaux ni être réduit en un corps visible, je l'appelle d'un nouveau nom : gaz.** » ; ses travaux ne seront publiés qu'en 1648, après sa mort.

Il y a donc perte de poids du charbon de chêne quand on le calcine, et cette calcination produit un gaz.

- **La prise de poids des métaux dans la calcination par Jean Rey (1630)**

Dans le même temps, un médecin périgourdin (il est cité comme habitant de Le BUGUE par Pierre Bonte dans ses émissions « bonjour Mr le Maire », et il y est célébré pour avoir mis au point le thermomètre médical), publie un *Essays de Jean Rey, docteur en médecine, sur la recherche de la cause pour laquelle l'Estain et le Plomb augmentent de poids quand on les calcine.*

Sa conclusion est considérée comme révolutionnaire et je ne peux m'empêcher de vous la livrer dans le texte : « **Je responds et soutiens glorieusement que ce surcroît de poids vient de l'air, qui dans le vase a esté espessi, appesanti, et rendu aucunement adhésif par la véhémence et longuement continue chaleur du fourneau ; lequel air se mesle avec la chaux et s'attache à ses plus menues parties** ».

Il y a donc prise de poids de l'étain quand on le calcine.

Ces résultats remarquables tomberont dans l'oubli puisqu'ils ne seront repris que 1 siècle plus tard.

- **Les apothicaires parisiens, et Christophe Glaser.**

Nicaise Lefebvre s'intéresse au produit de la distillation par action du feu sur un liquide qui permet de récupérer des condensats et des précipités qui constituent les éléments du corps étudié. Il distingue ainsi le *phlegme, l'esprit, l'huile, le sel et la terre*.

Le Suisse Christophe Glaser est le successeur de Nicaise Lefebvre au Jardin du Roy qui deviendra, sous la Convention, le muséum national d'histoire naturelle. Il fera paraître un *Traité de la Chymie enseignant par une brève et facile méthode toutes ses plus nécessaires préparations*. Il fut mis en cause dans le procès de la marquise de Brinvilliers pour lui avoir fourni les fameuses « poudres de succession » grâce auxquelles elle avait empoisonné son père et ses frères ; mais sa culpabilité ne fut pas prouvée, d'autant que la paternité de l'ouvrage lui fut disputée par son successeur au Jardin Royal, un apothicaire du nom de Moyse Charas, prétendant que lui-même en était l'auteur, Glaser étant incapable d'écrire correctement en Français.

- **Nicolas Lemery**, apothicaire et médecin, rédige en 1697, sa *Pharmacopée Universelle*, ouvrage dont un exemplaire figure dans la bibliothèque d'une boutique d'apothicaire de Moûtiers, cité dans l'inventaire Quinson-Merme de 1735, relaté par Christian Mermet dans l'ouvrage de l'académie de la Val d'Isère : « MELANGES en hommage à Marius HUDRY ».

Outre ses études sur les Drogues Simples, on doit à Nicolas Lemery, une distinction entre la chimie des minéraux, imputrescibles, et celle des végétaux et animaux, soumis à la corruption ; première distinction entre les futures 2 branches de la chimie : chimie minérale et chimie organique, ou chimie des dérivés du carbone, qui est aussi la chimie de la matière vivante.

Toutes ces expérimentations permettent de montrer que le feu agit sur les corps par l'action de sa chaleur, mais aussi en les transformant par différentes associations à partir d'éléments qu'on pressent sans les connaître ?

Si on sort un instant de la chimie du feu en abordant la recherche d'un point de vue philosophique, on doit observer que l'ancienne philosophie atomiste persiste malgré les nombreux avatars de l'alchimie : il faut noter la théorie de la matière de Descartes, qui admet « des parties » de matière, Pierre Gassendi, qui fut l'un des défenseurs de Galilée, et qui fut un adepte des modèles philosophiques, et plusieurs autres qui évoquent l'appétit des corps les uns pour les autres, anticipant la notion d'affinité, avec la notion d'atomes crochus, de pointes et creux, pour expliquer les combinaisons (attention, je rappelle que nous sommes ici en chimie, pas en sexologie).

Mais à l'heure du boson de HIGGS, comment ne pas citer Newton qui dit, dans son *Traité d'optique*, paru à Amsterdam en 1720 : « **Pour moi, j'aime mieux conclure de la cohésion des corps, que leurs particules s'attirent mutuellement par une Force qui dans le contact immédiat est extrêmement puissante ; qui, à des petites distances, produit des opérations chimiques et qui, à de fort grandes distances des particules des corps n'agit point, du moins par des effets sensibles** ».

Newton, qui a théorisé le principe de l'attraction universelle en physique, théorise ici ce qu'on va appeler le « modèle standard », dans lequel les forces d'attraction sont portées par des bosons, dont le boson de Higgs, - découvert au CERN peu de temps après le passage en ces lieux de l'Académie de Val d'Isère - qui unifie les lois de la mécanique relativiste et celles de la mécanique quantique.

Le grand progrès de la physique, aujourd'hui, grâce au LHC du CERN, c'est de donner raison à Newton, 3 siècles après.

- **La théorie du phlogistique**

Au milieu du XVII^{ème} siècle, un médecin allemand, Johann Joachim Becher, écrit un livre de *Physique souterraine*, dans lequel il distingue 3 sortes de terres : la *terre vitrifiable*, (le cristal de roche, par exemple), la *terre mercurielle*, qui constitue les métaux, et la *terre inflammable*, comme le charbon, par exemple.

Cette idée est reprise par un autre allemand, Georg Ernst Stahl, qui explique la terre inflammable par la présence d'un principe particulier, le principe inflammable, appelé *phlogistique* : en brûlant, un corps inflammable perd ce principe igné et devient un *corps déphlogistiqué*, qui n'est donc plus combustible.

Si je reprends l'exemple du charbon, qui en se consumant donne une cendre composé des impuretés du minerai, on pourrait dire que le charbon est donc la somme de ses impuretés et du phlogistique : en brûlant, il perd son phlogistique et il ne reste que la cendre.

L'affaire se complique lors de la combustion d'un métal comme le zinc, ce qui laisse un résidu qu'on appelle alors une chaux. La théorie explique alors que le métal est un ensemble de chaux et de phlogistique, et que lors de la combustion, le phlogistique se dégage et laisse la chaux. Dans l'expérience, on note que la chaux est plus lourde que le métal d'origine, et la théorie en conclut que le phlogistique a un poids négatif.

- **La chimie pneumatique**

La découverte des gaz par Van Helmont a permis plus tard le développement de la chimie pneumatique ou chimie des gaz.

Une contribution essentielle est celle de Joseph Black, né à Bordeaux, mais qui fait carrière en Ecosse. Il identifie de façon rigoureuse l'« air fixe », déjà observé, qui est notre gaz carbonique, et le distingue de l'air atmosphérique. Il montre que ce gaz est produit aussi bien par la respiration que par la calcination de substance minérale. On l'appelle « air fixe », car s'il se dégage lors de la calcination, il fallait bien qu'il soit fixé dans l'élément qu'on calcine, et on sait qu'il est pesant, puisque ces corps perdent du poids quand l'air fixe s'en dégage par la calcination.

On distingue alors 4 types de gaz : l'air atmosphérique, l'« air fixe », qui deviendra le gaz carbonique CO₂, l'« air inflammable », qui deviendra notre hydrogène, l'« air déphlogistiqué », qui deviendra notre oxygène mais qu'on confond aussi avec l'azote.

- **La synthèse de l'eau est un tournant dans la connaissance des gaz**

Plusieurs chimistes, au début du XVII^{ème} siècle, ont déjà observé des phénomènes d'apparition de gouttelettes d'eau dans diverses manipulations, sans imaginer qu'il s'agisse d'une synthèse à partir d'éléments connus : « air inflammable » (notre hydrogène) et « air déphlogistiqué », notre oxygène.

C'est Cavendish, savant anglais, qui montrera par de méticuleuses manipulations que de l'eau se forme au cours de la combustion d'air déphlogistiqué et d'air inflammable et que la quantité d'eau obtenue correspond à la somme des quantités de gaz. Il en conclura que l'air inflammable (hydrogène) possède un excès de phlogistique qui correspond au défaut de l'air déphlogistiqué, ce qui fait que la somme de phlogistique est nulle et qu'il ne reste que de l'eau.

Voilà donc où nous en sommes en 1770, plus de 400 000 ans après la découverte du feu, sur son explication : on sait qu'il chauffe, qu'il permet de brûler, de distiller, de traiter les minerais ; on sait qu'il produit un gaz qu'on appelle *air fixe*, et on pense qu'il est un *principe igné*, appelé phlogistique ; on n'en sait pas plus.

4. La révolution chimique et Lavoisier

La grande révolution chimique est née le 1^{er} novembre 1772, lorsque Lavoisier remet au secrétaire de l'Académie des sciences un pli cacheté dans lequel il revendique une découverte sur la prise de poids du soufre et du phosphore lors de leur combustion. Dans ce texte, il indique que dans un sens, celui de la combustion, il y a fixation d'un gaz sur le produit consommé, - ce qui a pour effet d'augmenter son poids du poids du gaz -, et en sens inverse, par chauffage, il y a production d'« air », et perte de poids. On retrouve ici une véritable démarche scientifique dans laquelle une réaction sensée expliquer un phénomène est vérifiée dans les 2 sens. Il travaille sur la caractérisation de cet « air » qu'on appelait alors « air déphlogistiqué » et qu'il nommera « air vital ». Il montre que cet air vital joue un grand rôle dans la respiration et la combustion, ainsi que dans la composition des acides ; il lui donne en 1779 le nom de *principe oxygine*, puis *principe oxygène*, du grec *oxus*, « acide » et *gennaein*, « engendrer ». Son « air vital » est donc notre oxygène.

En 1783, Lavoisier parvient à décomposer l'eau (H₂O) en « air vital » (oxygène) et « air inflammable » (hydrogène) et à la recomposer à partir de ces 2 gaz. Il démontre ainsi que l'eau n'est pas un élément, mais un corps composé. Il estime alors que le phlogistique n'existe pas puisque tout peut s'expliquer sans lui. En 1789, il publie son *Traité élémentaire de chimie* qui constitue un plaidoyer pour la théorie de l'oxydation. Dans la réaction d'oxydation, il y a association d'un gaz, l'oxygène, avec un autre élément, pour donner un corps qu'on appelle un oxyde. Dans le feu, qui est une combustion avec flammes, il y a association de l'élément carbone, contenu dans le combustible, en général du bois ou du charbon, avec le gaz oxygène, contenu dans l'air,

pour donner un oxyde de carbone qui est en général le gaz carbonique ou dioxyde de carbone lorsque la présence d'air est suffisante pour une combustion complète (lorsque la combustion est incomplète, on sait qu'on obtient du monoxyde de carbone – CO- gaz inodore très dangereux). Cette réaction est autoentretenu car elle produit de la chaleur – on dit qu'elle est exothermique – et c'est ce qui explique qu'il suffit d'amorcer une combustion qui s'entretient si on assure l'apport de carbone, qui est le combustible et d'oxygène, qu'on appelle le comburant. Nous avons ainsi l'explication scientifique du feu, basée sur une multitude d'observations et d'essais, sur une multitude d'hypothèses, dans le cadre d'une multitude de théories, sur un phénomène apparu il y a quelques 4000 siècles, 400 millénaires, et utilisé quotidiennement par l'ensemble des hommes. Il permet d'expliquer que nos 4 éléments d'origine : l'eau, l'air, le feu et la terre ne sont que des combinaisons d'éléments primordiaux que sont l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, et tous autres éléments présents dans les minerais. Et cette découverte, nous la devons à Antoine Laurent de Lavoisier.

Né en 1743, Lavoisier est le fils d'un procureur au Parlement, et après des études au collège Mazarin, il fréquente la faculté de droit et s'inscrit au barreau de Paris. Il s'intéresse aussi aux sciences, chimie, mathématique, astronomie et botanique, et à 23 ans il remporte une médaille d'or de l'Académie des sciences, où il est admis en 1768, avant de devenir directeur en 1785 (vous connaissez beaucoup d'avocats médailles d'or de l'Académie des sciences ?). Ses fonctions lui donnent accès aux systèmes de pesée les plus avancés de l'époque et c'est ce qui va lui permettre de réaliser des expériences avec une grande précision sur les poids des divers éléments entrant en réaction.

En 1776, il est nommé régisseur des poudres et salpêtres et occupe des postes de responsabilité à la Ferme Générale. En 1789, il se présente à l'élection de député aux Etats Généraux, où il ne sera que suppléant. En 1790, il est membre de la commission pour l'établissement d'un nouveau système de poids et mesures.

En novembre 1793, la Convention supprime l'Académie et décrète l'arrestation des fermiers généraux ; Lavoisier se constitue prisonnier. Il est traduit devant le tribunal révolutionnaire le 8 Mai 1794, condamné à mort et guillotiné le jour même, sur la place de la révolution, à l'âge de 50 ans. On dit qu'il demanda un sursis pour finir une expérience, à quoi le président du tribunal révolutionnaire répondra : « la République n'a pas besoin de savants ni de chimistes ; le cours de la justice ne peut être suspendu ». Le lendemain, Louis Lagrange déclara : « il ne leur a fallu qu'un moment pour faire tomber cette tête et cent années ne suffiront peut être pas pour en reproduire une semblable ». J'ajoute que son exécution eut pour conséquence immédiate sa radiation de la liste des professeurs pressentis pour encadrer le corps des mines alors en préparation, et d'être ainsi un futur professeur à l'Ecole des Mines de Moûtiers.

Permettez moi de conclure ce rappel à Lavoisier, qui est aussi le point final sur notre recherche de l'explication du feu , par une remarque sérieuse en forme de boutade: Lavoisier a mis en évidence la réalité du feu, que nous appelons une oxydation, en

distinguant le produit de la combustion, qu'il appelait « air fixe » et que nous appelons « gaz carbonique » et l'agent de la combustion qu'il appelait « air vital », puis « principe oxygène », que nous appelons « oxygène ». Il est considéré par la communauté scientifique comme le père de la révolution chimique et il est une victime de la révolution française ; il est mort sur l'échafaud par un instrument inventé en ces temps par le docteur Guillotin et que nous appelons « guillotine », sur une place qu'ils appelaient « place de la révolution » et que nous appelons « place de la Concorde ».

A se demander si la chimie est vraiment une science exacte, et si les thuriféraires de la déesse Raison étaient vraiment raisonnables!

Lorsque meurt Lavoisier, en 1794, on sait donc que le feu, qu'on utilise depuis 400 000 ans, est une oxydation exothermique, qui donne une flamme dont la nature ne sera explicitée que plus tard avec le rayonnement. La flamme est le produit visible du rayonnement des particules chauffées, avec une teinte fonction de la température atteinte, allant du violet au rouge quand la température décroît, et donnant une lumière blanche à très haute température (la température du soleil), la lumière blanche étant la somme des rayonnements du spectre : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange et rouge. Au-dessus se situe l'ultra violet, invisible, très pénétrant, et au-dessous, l'infra rouge, rayonnement du corps noir, ainsi appelé parce que son rayonnement est invisible à l'œil. Lorsque nos ancêtres allumaient un feu par frottement sur un matériau combustible, ils provoquaient un échauffement par transformation de l'énergie mécanique due au geste humain en énergie calorifique (selon le 1^{er} principe de la thermodynamique, dit de la conservation de l'énergie) et ils amorçaient une réaction d'oxydation par l'oxygène de l'air, réaction exothermique, donc produisant de la chaleur, et autoentretenu. Cette réaction dégageait du gaz carbonique par une combinaison entre les atomes de carbone du bois et l'oxygène de l'air. La température atteinte par la réaction d'oxydation donnait naissance à une flamme composée de petites particules de matière en suspension et chauffées par la réaction d'oxydation, la teinte de la flamme étant fonction de la température, elle-même fonction de la quantité d'oxygène, donc du tirage. Lorsque nos ancêtres allumaient leur feu par percussion, ils utilisaient une pierre dure, un silex par exemple, avec lequel ils frappaient une pierre plus tendre, en général un sulfure de fer, pyrite ou marcassite, dont des particules infimes étaient projetées sous forme d'étincelles qui allumaient le feu. Ces étincelles étaient le produit de l'échauffement de la particule éjectée dû au choc, entretenu et augmenté par une réaction d'oxydation de la particule elle-même. On peut observer que le choc de 2 silex peut également produire des étincelles, mais celles-ci ne peuvent s'oxyder avec l'oxygène de l'air, car elles sont déjà des oxydes de silicium. L'étincelle observée est très fugitive et ne peut allumer un feu.

5. Ecole des Mines de MOÛTIERS

La compréhension du phénomène physico-chimique du feu trouve donc son explication dans les dernières années du XVIII^{ème} siècle, à une époque où la métallurgie préparait la

« révolution industrielle », et où la mine de plomb argentifère de Peisey , pour les métaux non ferreux, était connue dans l'Europe entière. Sa production présentait évidemment un grand intérêt à cette époque, avec l'argent, pour les finances, et le plomb, pour la Défense. Cette notoriété, et cet intérêt, ont fait que le site figurait sur une liste des lieux susceptibles de recevoir une école des mines, et c'est ce qui fut fait par un décret du ministre de l'Intérieur du Consulat, Chaptal, en ce jour de pluviôse, an X. L'histoire de cette école des mines nous a été rappelée dans un excellent ouvrage de Patrick Givelet, constituant le bulletin n°24 de la société d'histoire et d'archéologie d'Aime. Cette Ecole fonctionnera de 1802, date de sa création, comme école d'application de l'école polytechnique, à 1814, date de son transfert à Paris.

Il convient de noter que cette Ecole, en qualité d'école d'application, traitait à la fois de l'aspect pratique et expérimental, sur le site même de la mine de Peisey, et des cours théoriques, dispensés à Moûtiers, dans les locaux de l'ancien séminaire.

Après son départ de Moûtiers – et la fin du département du Mont Blanc -, cette école fut remplacée par l'Ecole royale de Minéralogie qui fonctionnera de 1825 à 1836 et dont une présentation figure, sous la plume de Lucienne Guillerme, dans l'ouvrage déjà évoqué en hommage à Marius Hudry. Les 2 ouvrages cités figurent à la bibliothèque de l'Académie.

A la lumière de nos connaissances

Avant de conclure, je voudrais revenir sur ma déclaration d'origine nous invitant à remonter à la source de nos connaissances, au foyer de leur lumière, pour m'arrêter un instant sur l'éclairage que nous donne aujourd'hui ces connaissances, après un bond de quelques 400 000 ans. Les quelques réflexions qui vont suivre sont des réflexions personnelles qui n'engagent que moi, mais que je vous livre car elles m'ont accompagné dans mon travail de recherche.

Au cours de cette période, il est évident qu'on peut observer une évolution de la science elle-même, une évolution propre à l'homme, une évolution technologique qui n'est pas sans conséquences :

- **Une évolution de la connaissance scientifique**, d'abord, dans l'infiniment grand comme dans l'infiniment petit, avec un rapprochement de ces deux mondes par un modèle standard bâti sur une théorie physique et mathématique dont la découverte récente au CERN du boson de HIGGS est la clé de voûte. Dans l'univers, tout est affaire de forces : la chute des pommes, la trajectoire des planètes, l'orientation de l'aiguille de la boussole, la rotation du moteur électrique, l'affinité entre atomes, les électrons autour du noyau de l'atome, la cohésion du noyau, et la question était : **existe-t-il une théorie générale qui explique tout cela plutôt que plusieurs théories spécialisées.**

La réponse est oui et on en a la preuve depuis le passage au CERN de l'Académie de la Val d'Isère, en Juin 2012. (Il s'agit évidemment d'une coïncidence, mais quelle coïncidence ! j'y vois une manière de symbole sur le rôle des sociétés savantes dans l'appréhension et la diffusion des connaissances scientifiques et techniques)

- **Une évolution propre à l'homme**, ensuite, dans son corps, sa réalité sociale, sa relation au monde, sa relation aux autres par la communication ; cette évolution a prolongé l'évolution naturelle contingente qui nous sépare des primates, pour devenir volontaire, - ce qui ne signifie pas qu'elle soit forcément maîtrisée, - volontaire donc et culturelle. Et dans cet aspect culturel, il faut bien dire que l'essentiel provient du progrès lié aux découvertes scientifiques et à leurs applications techniques, aux sciences dures par rapport aux sciences d'opinion : que ce soit dans le domaine des sciences de la vie, la médecine, qui ont permis l'augmentation de la taille, la maîtrise des épidémies, l'oubli de la douleur, l'allongement de l'espérance de vie, mais aussi les manipulations génétiques et la fécondation *in vitro* ; le domaine des sciences physiques et chimiques qui ont permis l'amélioration du confort, la conquête de l'espace, et nous ont donné les moyens d'une destruction massive ; le domaine des sciences de la terre qui nous ont permis de prévoir l'avenir en météorologie et en vulcanologie, de maîtriser les ressources de la nature, avant peut-être de les anéantir ; une évolution volontaire qui nous donne donc à la fois la possibilité de créer et celle de faire disparaître.

- **Et maintenant, la technique informatique**, avec ses processeurs, ses mémoires, ses réseaux, qui permettent la communication généralisée.

Il y a ici un point de rebroussement particulier qui est que la connaissance scientifique, dans les domaines de la physique et des mathématiques, a permis l'éclosion de la technique informatique, la technique dure, qui supporte la communication, dans le même temps que la connaissance prélude à la communication qui utilisent ces réseaux, par la technique douce : on communique sur la connaissance, sur ce qu'on connaît, grâce aux techniques développées par la connaissance : en français, **le soft**, grâce **au hard**. L'exemple le plus frappant est la mise au point au CERN du World Wide Web pour la diffusion des résultats des essais du LHC.

Et ces techniques de communication sont si nombreuses, si subtiles, si performantes, si instantanées, - par rapport à l'envoyé de MARATHON ou le réseau du télégraphe Chappe, ou même le téléphone de papa qui n'est qu'un téléphone - que leurs maîtres sont désormais les médias et que la vérité réfléchie disparaît sous la loi du plus grand nombre : la rapidité et la facilité de *l'intuition ordinaire* remplace la difficulté et le temps de la recherche de la vérité.

De nombreux aspects de ce constat mériteraient d'être évoqués, mais je me limiterai ici à l'aspect de la communication scientifique, et particulièrement celui de la langue. Cet aspect a déjà été évoqué ce soir avec le propos d'un professeur de l'Ecole des Mines de MOÛTIERS sur la nécessité des traductions des communications scientifiques. A l'époque de la communication généralisée, cet aspect de la traduction prend une acuité particulière et on peut se demander réellement si la communication généralisée demande une langue généralisée ou une traduction généralisée, comme Umberto Eco suggère de faire de la traduction la langue de l'Europe. Pour s'en tenir à l'histoire des sciences, l'essentiel des communications scientifiques ont été faites dans la langue maternelle des auteurs et on peut même dire que dans tous les cas, la découverte scientifique elle-même a été rendue possible, ou largement facilitée, par les concepts spécifiques qui structurent la langue maternelle du découvreur. Aujourd'hui, la tendance est à l'usage d'une langue généralisée, l'anglais, dans une version véhiculaire suffisante aux indications d'aéroports, mais notoirement insuffisante à la communication conceptuelle. Claude Hagège, un linguiste, évoque ce problème, directement lié à la communication, dans son ouvrage « **Contre la pensée unique** » dont certaines pages sont consacrées à la communication scientifique et à l'inconvénient de l'usage exclusif de l'anglais. Il évoque les savants français dont les découvertes ont été subtilisées, ou ceux qui durent se battre pour faire valoir leur antériorité, tel le professeur Montagné dans la découverte du virus du sida. Et il cite nombre de savants dont les découvertes n'auraient pas abouti sans l'aide de leur langue maternelle, et notamment les mathématiques où les Français ont toujours brillé.

CONCLUSION

Pour conclure, je vais revenir à l'aube de la civilisation montagnarde qui porte une part de l'évolution culturelle dont je viens de parler : cette civilisation montagnarde qui a fait des hommes de ce pays des *Homofaber* industriels avant la lettre. Tous les personnels d'encadrement, dans les usines, faisaient la même appréciation des capacités de ces hommes qui possèdent, dans leur patrimoine génétique, l'ensemble des dispositions physiques et intellectuelles qui leur permettent de s'adapter immédiatement aux divers *artifices* industriels, qu'ils relèvent des laboratoires de recherche ou des installations de production.

L'explication fournie le plus souvent est celle de la nécessité vitale, dans un milieu isolé et difficile où l'homme ne peut compter que sur lui-même, mais il y a aussi bien sûr, la trace des idées véhiculées, assimilées et muries. L'histoire des sciences montre bien comment une découverte inespérée est le fruit hasardeux d'une idée, sans aucun lien de causalité immédiat, ce qui fait que celui qui porte l'idée, qui la module, qui la transmet, joue un rôle au moins aussi important que celui qui l'exploite ; et l'histoire ne retient souvent que ce dernier, surtout si une certaine gloire lui donne accès au retentissement public. Il est sans doute très difficile de donner des exemples concrets et palpables de ce principe que j'évoque, mais cela est vrai pour la Savoie comme pour n'importe quelle autre région, tant il est vrai qu'on ne prête qu'aux riches.

Ces dispositions naturelles ressortent d'ailleurs sur les murs blanc du musée des traditions populaires dont nous avons eu en Octobre le privilège de la présentation, car elles émanent des objets présentés eux-mêmes, et la question interpelait déjà Lamartine : « objets inanimés, avez-vous donc une âme qui s'attache à mon âme et la force d'aimer ». On peut y voir des outils ou des objets du quotidien dont l'usage, la finalité, sont l'expression immédiate, et qui sont l'image même de cette évolution culturelle volontaire que j'évoquais tout à l'heure. Nul doute donc que cette capacité naturelle ne soit le fruit, l'aboutissement, de la culture particulière acquise au cours des millénaires, dans ce cadre spécifique que constitue la Savoie et sa géographie : aimable et rébarbatif, minéral et végétal, obstacle et passage, organisé pour la vie locale ou pour l'échange, dur et doux, propice à l'exploitation d'artifices et à la réflexion, aux exploits de « la conquête de l'inutile » sur les sommets et « aux rêveries d'un promeneur solitaire ».

Et pour conclure ma conclusion, je voudrais évoquer une anecdote. Relisant l'année dernière un ouvrage de Michel Serres, philosophe connu, j'ai trouvé une réflexion faisant référence à une femme qu'il imaginait, par un souci d'opportunisme, s'appeler Lucienne, et qui aurait pu renouveler au début du XXIème siècle, une manière de discussion imaginée à l'époque romaine. J'ai alors demandé à Monique Gherardini, qui est une référence en matière de références historiques, si elle connaîtrait un **Lucien** de l'époque romaine, et elle chercha aussitôt sur le dictionnaire encyclopédique de la bibliothèque. C'est ainsi que nous découvrièmes, - ou redécouvrièmes, nos souvenirs de littérature latine étant très anciens -

l'existence de Lucien, poète grec, auteur des « **dialogues des morts** » et je compris qu'il était fait référence à cet ouvrage qui pourrait être rédigé aujourd'hui par une femme dont Michel SERRES souhaite mettre le rôle en lumière et dont il faut bien dire que l'histoire des sciences ne leur laisse pas une grande place ; nous y voyons une autre opportunité puisque Lucienne est le prénom de notre Présidente.

Supposons donc aujourd'hui que cette Lucienne soit l'auteure d'un ouvrage dans lequel se poursuivrait un dialogue entre savants ayant marqué leur siècle, dans différents domaines, comme la médecine, l'astronomie, les sciences de la terre, la physique, la chimie, tous savants morts et discutant au ciel ou en enfer ; il s'agirait évidemment d'une œuvre de fiction. Leur discussion aurait été compréhensible par chacun, depuis Hippocrate, Ptolémée, Eratosthène, Galilée, Newton, Paracelse, Lavoisier, Einstein, jusqu'à un prix Nobel des années 70, Louis Néel, Georges Charpak ou Pierre Gilles de Gène, par exemple. Et une discussion entre agriculteurs, sur les labours, les semailles, la traite des vaches ou la mise bas des juments, l'élevage et l'amélioration de la race tarine, l'art des fromages ou des salaisons, aurait également été comprise jusqu'à cette date récente. Mais que se joignent à ce groupe des prix Nobel de la fin du XXème siècle, et qu'ils viennent à parler de l'ADN polymérase, ou du boson de Higgs, de l'imagerie par résonance magnétique nucléaire, des trous noirs et du rayonnement fossile des premières micro secondes de l'univers ou de la théorie du « chaos déterministe », ou que notre agriculteur traite des semences transgéniques ou de l'élevage des brebis clonées, de la culture des tomates sous perfusion ou des fruits dont le seul critère est celui de la présentation sur l'étal du supermarché et non plus le goût, et ce dialogue deviendra un dialogue de sourds à qui il manque une vision commune du monde des vivants, on pourrait dire une culture commune. Et que dire de l'absence de femmes dans cet aréopage dans lequel Marie Curie serait bien seule et qui conduit à faire rimer humanisme et machisme.

Et que dire de l'évolution des femmes et des hommes comme vous et moi, chacun avec notre vieille culture, notre ego, notre forteresse intime, dans un monde de bruits, de fureur et de communications perpétuelles, où la vérité profonde et réfléchie est remplacée par la loi du nombre et l'intuition ordinaire ; un monde où le « **je pense, donc je suis** » de Descartes est devenu « **je communique, donc j'existe** ». Communiquer pour exister, c'est ce que font les abeilles dans leur ruche, les loups dans leur meute, ce que font depuis toujours les animaux, avec leur propre langage, dont on a vu tout à l'heure qu'ils ne pouvaient vérifier la citation de Sartre par laquelle j'ai débuté ma communication : le monde n'existe que dès lors que se pose la question de son existence.

Je termine sur une note optimiste car il faut bien reconnaître que jusqu'à présent, si la science et la technique ont donné à l'homme les moyens de la mort de masse, elles ont aussi permis, peut-être par la vertu malsaine de la dissuasion, une période de paix comme le monde n'en avait jamais connu. Si la communication généralisée nous échappe sous des dérives que j'espère provisoires, elle permet une formation de la conscience diversifiée, et pourquoi pas, cette tête bien faite que privilégiait Montaigne, puisque la mémoire d'internet supplée à notre propre mémoire qui redevient disponible pour d'autres tâches qui restent certes à imaginer et mettre en œuvre. Et la mosaïque des connaissances disponibles,

cela peut conduire à ce que ressentait déjà JJ Rousseau dans son évocation : « mon âme aux mille voix que le Dieu que j'honore mit au centre de tout comme un écho sonore ».

Il reste que l'avenir sera fait, pour l'essentiel, des prouesses scientifiques et techniques à venir, et que si nous voulons qu'elles soient acceptées, puis maîtrisées, il faudrait auparavant qu'elles fussent assimilées ; et là est le vrai problème si on veut que la science ne soit pas seulement un vecteur d'application immédiate de gadgets ou de destruction. J'ai déjà eu l'occasion de dire ici que l'appréciation de la sonate « clair de lune » de Beethoven, ou la 3^{ème} de Chopin est plus facile et plus agréable que l'effort de compréhension, même superficielle, de la théorie mathématique des super cordes qui sert de support théorique à notre connaissance du monde.

C'est donc bien l'un des rôles de nos sociétés savantes que de permettre cette compréhension et d'offrir cette culture commune à laquelle nous devons travailler en intégrant les sciences et les techniques dans leur signification de connaissance et non dans le seul intérêt de leur usage. Une culture commune qui nécessite une langue de communication partagée mais précise ; un langage commun qui pourrait être, pour l'Europe, l'Anglais comme langue véhiculaire, et, selon Umberto Eco, « la traduction », comme langue d'expression. Avec évidemment ce langage universel qu'est la musique et l'art en général, dont l'art poétique, qui a été évoqué ici récemment avec des poètes locaux et qui me permet de terminer cette communication où il fut beaucoup question de feu, de chaleur et d'homme, par la première strophe de ce petit poème de Paul Eluard :

« C'est la chaude loi des hommes

Du raisin, ils font du vin,

Du charbon, ils font du feu

Des baisers, ils font des hommes. »

Bibliographie :

Annales de l'ADVI, tome 1

Histoire des sciences (Philippe de la Cotardière)

Le Présent du passé au carré, Yves Coppens

Hominescence , Michel Serres

Histoire de la Savoie, des origines à l'an mil

Connais-toi toi-même, Lucien Jerphagnon

Contre la pensée unique, Claude Hagège