

Illustration schématique de la propagation de fréquences ultrasonores basses et élevées.

D'un point de vue chimique, une bulle de cavitation peut être considérée comme un micro-réacteur. En raison des conditions extrêmes de pression (jusqu'à 1 000 bars) et de température (jusqu'à 5 000 K) à l'intérieur des bulles de cavitation, des réactions de pyrolyse, c'est-à-dire de décomposition des molécules chimiques, se forment.

... une technologie prometteuse pour produire de l'acide glucuronique...

Par exemple, lorsque l'eau est soumise à cette irradiation ultrasonore à haute fréquence (100-800 kHz), des bulles de petite taille se forment à l'intérieur desquelles l'eau est dissociée en radicaux H (Hydrogène)

et OH (Hydroxyde). Lors de l'implosion de la bulle, ces radicaux sont propulsés dans la solution où ils réagissent avec ce que l'on nomme des solutés organiques (mélange d'eau et de solvant). Contrôler la réactivité des processus chimiques ayant lieu lors de l'implosion d'une bulle de cavitation est une tâche relativement complexe. Des chercheurs de l'Institut de Chimie des Milieux et des Matériaux de Poitiers (IC2MP) se sont concentrés au fil des années sur le couplage de la catalyse avec des ultrasons. Ces études ont révélé que les ultrasons à haute fréquence (550 kHz) représentent une technologie prometteuse pour produire par exemple de l'acide glucuronique (glucose) via une réaction d'oxydation.

Ce processus chimique s'avère encourageant pour faire des produits cosmétiques comme des crèmes de soin pour la peau, ou des médicaments tels que des comprimés. Des réactions d'oxydation ont aussi été trouvées qui permettent la destruction des polluants organiques. Cet ensemble de découverte permettrait alors d'accéder à des produits chimiques non-accessibles actuellement par les voies traditionnelles.

Prince AMANIAMPONG < IC2MP  
prince.nana.amaniampong@univ-poitiers.fr  
http://ic2mp.labo.univ-poitiers.fr/

## Médecine et alchimie au Moyen Âge

Depuis Empédocle et Aristote à sa suite, l'ensemble de la matière et des êtres vivants répondent à une définition combinant le chaud, le froid, le sec et l'humide. Leurs combinaisons - une température doit s'associer avec un degré de sécheresse - définit l'ensemble de la matière et des êtres vivants. La médecine et l'alchimie du Moyen Âge font de cette théorie un de leurs fondements essentiels.

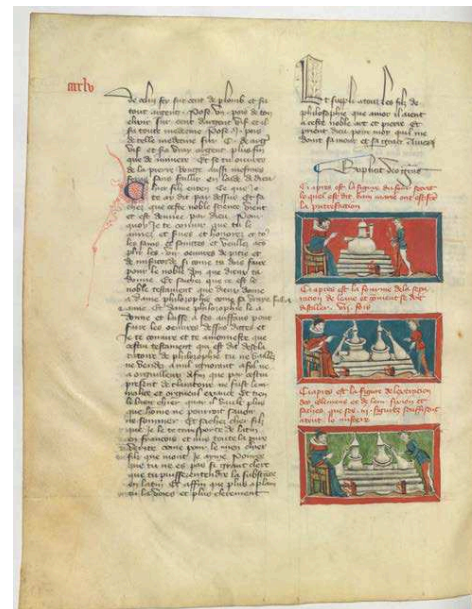
La chimie, au sens où on l'entend de nos jours, possède plusieurs antécédents : la proto-chimie, qui semble apparaître vers 600 dont Thalès de Milet, philosophe et savant grec, sera un important représentant et l'alchimie, développée à la suite de Zozyme, savant grec.

Cette dernière est une importante composante des moyens d'exploration du monde qui existent au Moyen Âge. Elle se sert, tout comme la médecine, héritée quant à elle des travaux d'Hippocrate et de Galien, de la théorie des quatre éléments et des quatre qualités. Elle émet un postulat : le monde est constitué d'air, de feu, d'eau et de terre ; chacun d'entre eux se définit par une combinaison de température et de degré d'humidité. La terre, par exemple, est froide et sèche ; l'eau, froide et humide ; le feu, chaud et sec, l'air, chaud et humide.

### UNE NOTION D'ÉCHELLES

La distinction entre microcosme et macrocosme est un autre élément conceptuel essentiel, présent aussi bien dans la philosophie grecque que dans la philosophie médiévale : le macrocosme est l'univers dans son ensemble ; le microcosme est, avant tout, comme le dit une traduction italienne de l'*Elucidarium* d'Honorius d'Autun, l'homme : "le docteur Macrobe a dit que l'homme a été appelé microcosme véritable, c'est-à-dire un monde en plus petit".

Appareils alchimiques, dont des fours surmontés d'alambics. Manuscrit Paris, B.N Latin 11202, folio 97 © BnF.



Représentation d'un four à bain-marie, scène de distillation extraction des éléments. Manuscrit Paris, Bib. Arsenal 2872, folio 457 © BnF.

Les savants médiévaux retiennent donc deux échelles : la première est globale parce qu'elle concerne, à travers les quatre éléments et leur combinatoire, la création dans son ensemble ; la seconde est locale, la division entre le monde et l'homme se complétant par la définition des caractéristiques élémentaires des individus, mais aussi des organes du corps humain ou des matériaux, les métaux en particulier, ou des aliments. Ce dernier aspect sera développé dans les régimes de santé que l'on commence à écrire en langue vernaculaire à partir du treizième siècle, et dont le *Livre de Physique* (parfois intitulé *Régime du Corps*) d'Aldebrandin de Sienne, médecin italien, est un bon exemple.

Quel est le rôle de cette théorie dans ces deux disciplines ? Elle vise tout d'abord à décrire, aussi bien sur le plan matériel que sur le plan symbolique ; elle structure ensuite des méthodes de traitement que les alchimistes appellent parfois "médecine", comme le fait Bernat Peyre, auteur d'une *Somme alchimique en langue d'oc*. Elle sert également à fournir un vocabulaire d'origine médicale aux alchimistes. Bernat Peyre parle par exemple d'"humor" (humeur, fluide, liquide), tandis que l'alchimiste Bernard de Trèves évoquera des "superfluités corrompues", usant d'un terme désignant en médecine des résidus d'humeur excédentaire. Une *aqua phlegmatica* "eau à caractère flegmatique" apparaît quant à elle dans un traité latin se revendiquant de Ramon Llull. La description a deux aspects : macrocosmique et microcosmique. La notion d'*hylem*, transformée par Dieu en matière et en éléments apparaît ainsi aussi bien chez l'encyclopédiste Brunetto Latini, auteur d'un *Livre du Trésor* où il va évoquer la théorie des humeurs, que chez Bernat Peyre.

Le microcosme, quant à lui, revêt des aspects différents selon la discipline concernée. Les médecins entendent par-là l'humanité et le corps humain. L'auteur des *Remèdes Populaires*, qui est une compilation de recettes médicales, débute son ouvrage par un exposé de la théorie des humeurs : "Constantin, maître Galien et Hippocrate nous témoignent que chaque corps humain est fait de quatre humeurs, et que selon ces humeurs les meurs varient : le sang, le flegme, la bile rouge et la mélancolie/bile noire (...) ces quatre natures dominent à différentes périodes : la bile rouge règne en été et le phlegme en hiver ; le sang prend de l'importance au printemps, et la bile noire à l'automne". Pour le traducteur italien de l'*Elucidarium* d'Honorius d'Autun, "De la terre vient la chair, de l'eau le sang, de l'air le souffle, du feu la chaleur".

Les alchimistes considèrent quant à eux que leur microcosme est la pierre philosophale, laquelle, nous dit l'auteur de *L'Ouvrage des Philosophes* est composée de quatre choses, c'est à dire des quatre natures : terre, eau, air et feu.

Les médecins et les alchimistes médiévaux recourent donc à une vision du monde organisée en deux étages : une dimension macrocosmique qui comprend l'origine du monde, de la matière et de leurs structures, et une dimension microcosmique qui est l'objet de leur intervention.

### VERS LA CHIMIE MODERNE

Un autre point commun justifie ce rapprochement entre médecine et alchimie au Moyen Âge. Ce sont des disciplines dans lesquelles la théorie est jointe à la pratique : confection de la pierre philosophale et traitement pré-chimique des métaux dans un cas, confection de médicaments et chirurgie dans un autre. Les traités alchimiques décrivant les opérations à effectuer ont pour correspondants très relatifs les compilations de recettes médicales donnant des indications pour la fabrication des médicaments (*Antidotaire de Nicolas* en est l'un des exemples les plus connus) et les ouvrages de chirurgie, dont ceux de Roger de Salerne ou d'Henri de Mondeville. Leur histoire linguistique passe par la traduction en latin d'ouvrages arabes comme ceux de l'alchimiste Jabir ibn Hayyan puis par l'existence d'ouvrages en langues vernaculaires, traduits ou écrits en se basant sur des sources antérieures.

Cette histoire linguistique contribue également à étayer un parallèle entre deux domaines de savoirs qui précèdent l'apparition de la chimie moderne. Au fil du temps, les traités alchimiques se sont mués en objets de discours littéraires allant de la simple allusion (le troubadour Guilhem Magret évoque l'affinage du plomb au moyen de l'argent) à l'adaptation narrative du savoir, phénomène plus caractéristique de la médecine. Cette transformation souligne, s'il le fallait encore, l'importance d'une telle documentation historique.

Pierre LEVRON < CESCM  
pierre.levron@univ-poitiers.fr  
http://cescm.labo.univ-poitiers.fr/