

# Un traité technique chinois, le *Tiangong kaiwu* (1637)

Fidélité et originalités par rapport à la tradition des pharmacopées dans la présentation des procédés chimiques

Stéphane Vacca

**Abstract** The *Tiangong kaiwu*, published in 1637 by Song Yingxing, gives a great panorama of the technology under the Ming dynasty. The richness of its iconography, the precision of its depicting and the numerous aspects shown in each case make it an essential reference. In the chapters describing the chemical processes, it presents a structure which regards its important relationship with the tradition of pharmacopoeia, represented by the *Bencao gangmu* (1578). However on more technical aspects, that is to say the specific terminology and the presented processes, its originality is significant.

**Mots-clés** *Tiangong kaiwu*, pharmacopée, *Bencao gangmu*, Chine, chimie, histoire.  
**Key-words** *Tiangong kaiwu*, pharmacopoeia, *Bencao gangmu*, China, chemistry, history.

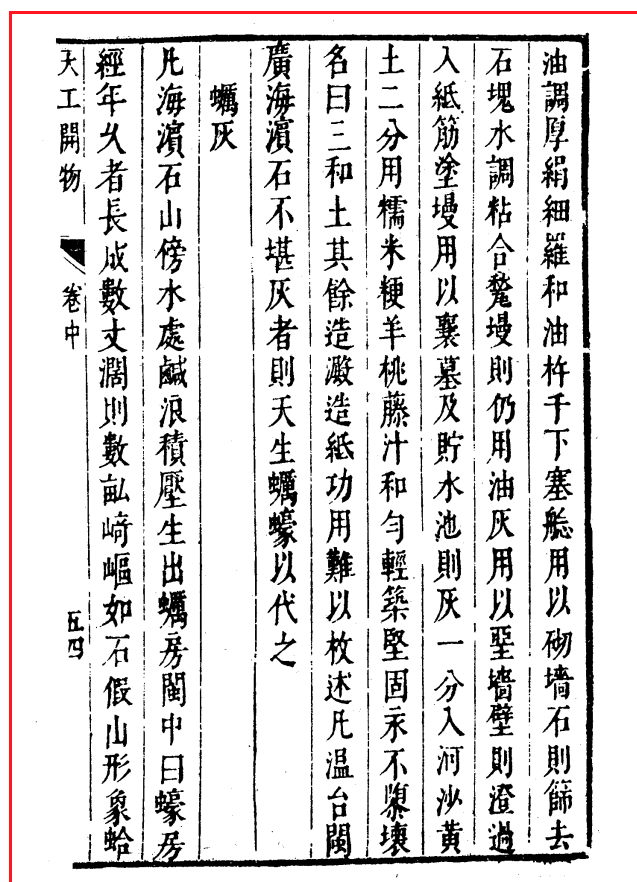


Figure 1 - Une page du *Tiangong kaiwu*.

Le *Tiangong kaiwu*, que l'on pourrait traduire par « Exploitation de la nature par l'ouvrage des hommes », daté de la fin de la dynastie des Ming et plus exactement de l'année 1637, occupe une place privilégiée dans l'histoire

des techniques en Chine. En effet, appuyé par une iconographie importante, le texte présente un large panorama de procédés détaillés dans des domaines très variés et décrit également avec précision les usages des substances et des appareillages évoqués.

Nous nous proposons ici d'une part, d'en donner une présentation générale et d'autre part, d'étudier dans le domaine qui nous intéresse, c'est-à-dire la description des procédés chimiques, ses rapports avec une tradition millénaire et au corpus bien conservé, celle de la pharmacopée chinoise et plus précisément des méthodes de préparation de médicaments minéraux.

## Présentation de l'ouvrage

### Histoire de l'ouvrage et de son auteur

Song Yingxing, auteur du *Tiangong kaiwu*, naît la 15<sup>e</sup> année de l'ère Wanli de l'empereur Shenzong des Ming, c'est-à-dire l'année 1587 de l'ère chrétienne, dans la province du Jiangxi. Sa famille est une famille de fonctionnaires dans le déclin. En effet, si son arrière grand-père, Song Jing, occupa de hautes fonctions, son père, Song Guolin, n'a jamais réussi les examens impériaux et a été toute sa vie un fonctionnaire subalterne. Aussi Yingxing et son frère aîné Yingsheng, après leur réussite en 1615 à l'examen provincial de Nanchang, se consacrèrent sans succès à la préparation de l'examen pour le doctorat dans la capitale. Ce n'est qu'à partir de 1634 que Yingxing occupera des emplois de fonctionnaire local, d'abord comme enseignant dans une école confucéenne de district dans sa province natale, ensuite comme juge dans la province du Fujian, puis comme administrateur d'une sous-préfecture de la province-capitale de Nankin, avant d'occuper des fonctions militaires dans les gouvernements de résistance aux Qing dès la chute des Ming (1644) et jusqu'en 1648 où il se retire pour ne pas servir la nouvelle dynastie. Il s'éteint en 1666 à l'âge de 80 ans.

La majeure partie de l'œuvre de Song Yingxing fut publiée dans les deux années 1636 et 1637. On peut penser qu'il mit à profit le temps libre laissé par ses fonctions d'enseignant pour mettre en forme des travaux antérieurs. En 1636, il publie quatre ouvrages dont deux sont aujourd'hui perdus, les deux autres étant un recueil de poèmes et un traité politique. L'année suivante sont publiées ses œuvres majeures : *Lunqi*, un ouvrage de philosophie naturelle, *Tantian*, consacré à la nature du ciel et le *Tiangong kaiwu*, traité technique. Tous ses autres ouvrages, dont deux à caractère technique, sont perdus.

L'édition originale du *Tiangong kaiwu* est datée de la 10<sup>e</sup> année de l'ère Chongzhen des Ming, c'est-à-dire l'année 1637 de notre ère. Menée à bien grâce à l'aide financière d'un ami de l'auteur, Tu Chaokui, elle est pour cette raison communément appelée « édition Tu ». Elle se présente sous la forme de trois livrets cousus. Chaque page de papier de bambou du Jiangxi, au format 26,2 x 16,8 cm comporte 9 colonnes de 21 caractères (voir figure 1). Le texte est accompagné d'une préface et d'une postface de l'auteur ainsi que de nombreuses illustrations. Si cet ouvrage a été réédité au moins une fois en Chine dans les années suivantes, c'est l'édition japonaise, édition Jian (1771) qui, disponible jusqu'en 1894, contribua à une large diffusion du *Tiangong kaiwu*. Mais il faudra attendre le XX<sup>e</sup> siècle pour que de nombreuses publications de qualité variable diffusent plus largement l'ouvrage. Une étape importante dans la redécouverte du texte dans son intégrité est la publication en 1959 d'un fac-similé photographique de l'édition originale qui fait référence aujourd'hui encore. Au contraire, les premières rééditions chinoises du XX<sup>e</sup> siècle sont pour le moins critiquables quant à la fidélité au texte original. Pour ne citer qu'elle, l'édition Tao (1927) présente des modifications discutables du texte et des illustrations systématiquement empruntées à d'autres ouvrages ou, plus largement, dessinées pour l'occasion. Il est à noter que de nombreux ouvrages occidentaux comportent ces illustrations et non pas celles de l'édition originale [1].

### Le *Tiangong kaiwu* dans la littérature occidentale

L'ouvrage qui nous intéresse occupe une place privilégiée dans la littérature occidentale. En effet, deux traductions en ont été données en anglais [2-3] et deux autres ouvrages décrivant son contenu dans le domaine de la chimie ont été publiés. Le premier, *Industries anciennes et modernes de l'empire chinois* de Stanislas Julien et Paul Champion [4] daté de 1869 est un assemblage de parties traduites mais non clairement repérées du *Tiangong kaiwu*, de notes d'observations directes effectuées par les auteurs lors d'un voyage antérieur de quelques années à la publication, ainsi que de leurs propres commentaires. Si cet ouvrage donne un bon aperçu du contenu du *Tiangong kaiwu* et des techniques industrielles de son époque, sa foi en l'immuabilité de toutes choses en Chine [5] rend ses données sujettes à caution dans la mesure où nombre de passages ont été corrigés ou complétés à l'aune des techniques observées par les auteurs à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Le second ouvrage, *The Chemical Arts of Old China* [6], de Li Ch'iao-ping, comme son titre le laisse présager, n'est pas exclusivement consacré au *Tiangong kaiwu* mais étant donné le sujet et le nombre limité de textes donnant des descriptions précises de procédés, la quasi totalité des passages de cet ouvrage concernant le domaine sont traduits et parfois mis en situation et commentés. Les ouvrages plus généralistes soit dans le domaine de la

sinologie comme le monumental *Science and Civilisation in China* de Joseph Needham, et en particulier le tome V, *Chemistry and Chemical technology* [7], soit dans le domaine de l'histoire des techniques comme *l'Histoire générale des techniques* de Maurice Daumas [8] font une large place au *Tiangong kaiwu* et publient nombre de ses illustrations, faisant de cet ouvrage, dans le domaine qui nous intéresse, la source chinoise largement la plus citée dans la littérature occidentale.

### Contenu de l'ouvrage

Le *Tiangong kaiwu* se présente sous la forme de trois livrets contenant au total 18 chapitres eux-mêmes divisés en différentes sections. Le premier livret regroupe les thèmes ayant trait à l'agriculture en 6 chapitres : les céréales, les vêtements, les teintures, la mise en œuvre des céréales, la fabrication du sel, la fabrication du sucre. Le deuxième livret s'intéresse principalement à l'artisanat courant et se divise en 7 chapitres : la poterie, la fonderie, les bateaux et les véhicules à roues, la forge, la calcination des roches, les huiles et les graisses, le papier. Le troisième et dernier livret concerne plutôt l'artisanat des matières précieuses et est réparti en 5 chapitres : les cinq métaux, les instruments de guerre, le vermillon et l'encre de Chine, les fermentations, les perles et les jades.

Dans sa préface, Song Yingxing énonce clairement les principes qui l'ont guidé dans la rédaction de l'ouvrage : il entend donner à ceux qui le désirent une connaissance du monde réel, de ses phénomènes naturels et de leur exploitation par l'homme. Cet objectif premier se retrouve dans le titre de l'ouvrage dont la signification la plus généralement admise est « Comment l'œuvre de la nature et l'ouvrage des hommes conduisent à la formation des choses ». Sa démarche est novatrice car, comme il l'explique dans cette même préface, ses écrits reposent sur des observations et il évoque même un projet de vérification que nous pourrions qualifier d'expérimentale. On comprend mieux pourquoi il est si violemment critique [9] envers les ouvrages qui, selon l'usage chinois, se contentent de compiler et de commenter les écrits antérieurs considérés comme des classiques à la vérité immuable.

Du point de vue de la géographie, l'auteur débute toujours la section concernant un produit par l'énumération de ses lieux de production ; parfois, il discute également des qualités relatives selon les régions ou donne un bref historique des situations antérieures. C'est le cas par exemple pour la section « l'argent » du chapitre « les cinq métaux » où est donnée la liste des sites de production du début de la dynastie des Ming avec mention de ceux qui sont toujours en activité et de ceux qui ne le sont plus, puis des nouvelles mines, soit en tout presque une vingtaine de lieux.

Les considérations économiques sont également présentes dans l'ouvrage. Song Yingxing s'est en effet interrogé sur les pratiques des artisans et en indique les implications financières. Par exemple dans la section « le vermillon », il discute des qualités des cinabres et de leur destination selon le prix où ils peuvent être vendus : « *Le cinabre de la meilleure qualité est extrait à Chenzhou, Jinzhou (à l'actuel Mayang) ainsi que dans le Xichuan, bien qu'il renferme du mercure on ne le raffine pas [pour produire le métal] car ce cinabre que l'on utilise pour l'étamage des pointes de flèche et des miroirs a une valeur marchande trois fois supérieure à celle du mercure, aussi préfère-t-on le vendre tel quel* ». L'organisation du travail fait souvent également partie de la

description comme c'est le cas pour la production de noir de fumée : « *Un ouvrier diligent peut s'occuper de deux cents lampes à la fois mais si la récupération par grattage du noir de fumée n'est pas assez rapide, le noir de fumée reste longtemps exposé au feu, alors matière première et produit sont tous deux perdus* ».

Dans le domaine scientifique, il est intéressant de relever que Song Yingxing ne se contente pas de l'aspect qualitatif mais se penche également sur l'aspect quantitatif. Ces passages sont peu nombreux mais couvrent tout de même un certain nombre de problématiques : rendement pour, par exemple, la production du cinabre, de l'alun noir ou bien d'argent, poids spécifiques des métaux ou quantités relatives des réactifs dans un nombre important de descriptions.

On le voit donc, Song Yingxing n'a pas voulu son œuvre comme un simple traité technique mais a plutôt aspiré à laisser un ouvrage encyclopédique où tous les aspects de la production d'une marchandise sont évoqués. Le seul défaut majeur que l'on pourrait attribuer au *Tiangong kaiwu* est sa généralisation d'observations singulières. Par exemple pour l'argent, la description extrêmement détaillée qu'il donne d'un gisement et des qualités du minerai ne peut être que celle d'un site particulier et ne peut rendre compte de la diversité des situations géologiques des différents gisements. Cette constatation constitue un élément révélateur de la méthode de l'auteur qui a pu se contenter d'observations restreintes pour écrire certaines sections et renforce la critique de ceux qui considèrent que Song Yingxing n'a pas quitté l'est de la Chine et que ces travaux peuvent donc seulement rendre compte des techniques de ces régions. Il convient donc d'être prudent et de considérer les techniques décrites dans le *Tiangong kaiwu* comme ayant existé avec une forte probabilité mais non qu'elles fussent forcément la norme dans une Chine aux disparités certainement importantes.

Nous allons à présent nous intéresser plus en détail aux chapitres traitant des procédés chimiques et métallurgiques, et en particulier examiner ce que le *Tiangong kaiwu* doit à la tradition des pharmacopées et ce qui lui est fondamentalement original.

## Le *Tiangong kaiwu* et la tradition des pharmacopées

### Les procédés chimiques dans la tradition des pharmacopées

Les pharmacopées chinoises, c'est-à-dire les recueils de recettes à visée thérapeutique, sont fortement liées à la tradition des alchimies taoïstes, du moins pour les textes les plus anciens, puisque ces traditions visent la prolongation de la vie voire l'obtention de l'immortalité. Ainsi, un certain nombre de descriptions techniques assez anciennes se sont transmises par ces deux voies jusqu'à nous au contraire d'autres pratiques qui ont dû exister mais qui, faute de consignation écrite ou de préservation des écrits, nous restent inconnues. Les entrées qui contiennent des préparations chimiques, c'est-à-dire celles concernant l'élaboration de médicaments minéraux, sont loin de représenter une part importante de l'ensemble – où les substances d'origine végétale dominant – et n'excèdent pas 10 % de la plupart des ouvrages. Les données présentées comprennent des descriptions des matières premières ainsi que leurs différentes localisations, et également celles des procédés utilisés pour les rendre propres à leur usage. La

formulation des préparations proprement dites – qui font généralement intervenir plusieurs principes – est plus difficile à interpréter et sort du champ strict de la chimie.

Pour représenter la tradition de la pharmacopée, nous avons choisi un autre ouvrage Ming, le *Bencao gangmu* (matière médicale classifiée) dont la publication (1578) est d'une soixantaine d'années antérieure à celle du *Tiangong kaiwu* et dont la diffusion et le succès furent tels qu'il est fort peu probable que Song Yingxing n'y eût pas accès. Pour chaque entrée, son auteur, Li Shizhen reprend en citation toutes les grandes pharmacopées ayant traité le sujet depuis l'Antiquité ; cela fait de l'ouvrage non seulement un témoignage des pratiques de son temps, mais également un bon représentant de l'ensemble de la tradition, au point qu'il reste encore actuellement une référence incontournable de la médecine chinoise.

### Les entrées

Pour ce qui est de l'organisation des ouvrages, les pharmacopées développent leur contenu par entrées des substances regroupées en chapitres définissant une classification en catégories. Par exemple, la *pharmacopée illustrée* de Su Song (1061) classe les substances minérales dans la catégorie des « jades et roches », subdivisée en trois sous-catégories : produits supérieurs, produits médians et produits inférieurs selon l'intérêt de leurs applications. Dans le *Bencao gangmu*, elles sont décrites dans la catégorie des « métaux et des roches » comprenant quatre chapitres se partageant les cinq sections : les métaux, les jades, les roches (1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> parties) et les roches salines (comme on peut le voir sur la *figure 2*). Dans le *Tiangong kaiwu*, Song Yingxing a réparti les différentes descriptions de procédés dans trois chapitres : le 11<sup>e</sup>, la calcination des roches qui concerne les techniques de chauffage de substances minérales brutes sur le modèle de la production de la chaux (indiqué en vert sur la *figure 2*), le 14<sup>e</sup>, les cinq métaux (en bleu sur la *figure 2*) et le 16<sup>e</sup>, la peinture qui, hormis quelques autres pigments rapidement évoqués, traite de la production du vermillon et du noir de fumée destiné à la fabrication de l'encre de Chine (en rouge sur la *figure 2*). On le voit, Song Yingxing a classé ses articles selon des critères soit de similitudes techniques (c'est flagrant dans le chapitre « la calcination des roches » où il a assemblé des procédés considérés comme proches et y a adjoint la section sur « le charbon », nécessaire, alors que le *Bencao gangmu* les décrit dans trois chapitres différents), soit par grand thème comme dans le chapitre 16 où les deux techniques présentées n'ont rien en commun. Pourtant, l'influence des théories de classification [10] est également présente dans le chapitre 14 où les techniques relèvent de procédés très différents (métallurgiques, de fonte d'alliage ou même de préparation de composés) et l'ordre des rubriques est voisin de celui du *Bencao gangmu*.

Si l'on compare les entrées du *Bencao gangmu* et les têtes de section du *Tiangong kaiwu*, onze sont semblables [11], cinq autres ont des titres différents mais présentent un sujet similaire [12] comme l'article « le fer » du *Tiangong kaiwu* qui regroupe les deux entrées du *Bencao gangmu* : le fer cru (la fonte) et l'acier, ou bien l'article « le vermillon » qui présente, dans le même ordre que les trois entrées correspondantes du *Bencao gangmu*, le cinabre, la production du mercure et celle du vermillon synthétique. Les seules différences de traitement sont la présence de l'article « l'alun bile » (le sulfate de cuivre) dans la famille des aluns alors que le

Bencao gangmu (catégories des métaux et des roches)	Tiangong kaiwu
<p><b>Chapitre 8</b> section 1 - les métaux</p> <p>l'or l'argent ... l'argent-cinabre ... le cuivre ... le plomb ... la céruse la litharge l'étain ... le fer l'acier</p> <p>(section 2 - les jades)</p> <p><b>Chapitre 9</b> section 3 - les roches (1<sup>ère</sup> partie)</p> <p>le cinabre le mercure ... le vermillon de mercure ... la fleur de zinc ... la chaux</p> <p><b>Chapitre 10</b> section 4 - les roches (2<sup>e</sup> partie)</p> <p>... la bile de pierre ... les pierres à arsenic</p> <p><b>Chapitre 11</b> section 5 - les roches salines</p> <p>... le soufre les pierres à alun l'alun vert l'alun jaune</p>	<p><b>Chapitre 11</b> - la calcination des roches</p> <p>la chaux la chaux d'huître le charbon la pierre à alun et l'alun blanc l'alun noir, l'alun rouge, l'alun jaune, l'alun bile le soufre les pierres à arsenic</p> <p><b>Chapitre 14</b> - les cinq métaux</p> <p>l'or l'argent addenda : l'argent-cinabre les cuivres addenda : le zinc le fer l'étain le plomb addenda : la céruse la litharge</p> <p><b>Chapitre 16</b> - la peinture</p> <p>le vermillon l'encre de Chine addenda : autres pigments</p>

Figure 2 - Comparaison des entrées du *Bencao gangmu* et du *Tiangong kaiwu*.  
En vert : contenu du chapitre 11 ; en bleu : contenu du chapitre 14 ; en rouge : contenu du chapitre 16 du *Tiangong kaiwu*.

*Bencao gangmu* le place dans un autre chapitre, ainsi que deux entrées originales pour le *Tiangong kaiwu* : la chaux d'huître (préparée à partir des coquilles calcaires) et le zinc qui a été découvert tardivement en Chine.

**La terminologie de désignation des substances**

Dans la désignation des substances, le *Bencao gangmu* présente une terminologie extrêmement riche soit par l'emploi de synonymes (on peut citer l'exemple de la céruse pour laquelle on relève 13 appellations différentes), mais également par la distinction de différentes qualités d'une même substance (plus de 40 citées pour le seul cinabre). Ceci s'explique aisément par la constitution du texte qui, non seulement, couvre une période très étendue mais puise également dans de nombreuses traditions alchimiques aux

terminologies riches. Nous allons dans un premier temps comparer les termes usités par le *Tiangong kaiwu* et le terme principal relevé dans le *Bencao gangmu*, c'est-à-dire soit le terme d'entrée soit celui dont l'occurrence est la plus grande, puis nous examinerons les dénominations du *Tiangong kaiwu* absentes du *Bencao gangmu* pour déterminer les champs lexicaux auxquels elles appartiennent.

Pour ce qui est de la désignation principale des substances, quatorze ont des noms identiques dans les deux ouvrages [13], pour cinq autres le *Tiangong kaiwu* n'emploie qu'une seule variante parmi celles utilisées indifféremment par le *Bencao gangmu* [14] et pour cinq seulement, le *Tiangong kaiwu* utilise un terme absent de l'autre ouvrage [15]. Toutefois, ce ne sont que des variantes. L'exemple du plomb est assez intéressant. En effet, le *Tiangong kaiwu* emploie dans cet article un caractère assez rare *yan* composé à gauche du caractère du métal, *jin*, et à droite de celui du titre nobiliaire que l'on traduit généralement par duc, *gong*, l'association des deux caractères indépendants *jingong*, c'est-à-dire le duc métal, est une désignation du plomb d'origine alchimique qui est donnée par le *Bencao gangmu* (voir figure 3).

Cependant, certains termes secondaires, c'est-à-dire désignant des qualités particulières d'une substance ou bien d'un emploi rare dans le *Tiangong kaiwu*, sont totalement absents de la pharmacopée. Nous en avons dénombré 36. Sept sont des variantes proches de termes employés par le *Bencao gangmu*. Huit sont des termes techniques, c'est-à-dire soit des désignations de produits de qualité médiocre (comme la chaux résidu de four, *yaozihui*), soit des dénominations issues des procédés (comme l'alun de jarre, *gangfan*, pour une qualité d'alun blanc que l'on retrouve au fond des jarres de décantation ou bien pour les deux variétés de cinabre que l'on obtient après une certaine opération de trempage du minerai brut, le cinabre de second choix, *erzhu*, et le cinabre de premier choix, *touzhu*). 18 autres termes ont en commun le contexte minéralogique ; ce sont des désignations de formes ou de catégories particulières de minerais



Figure 3 - Exemple de variantes terminologiques entre le *Tiangong kaiwu* et le *Bencao gangmu* : le plomb.

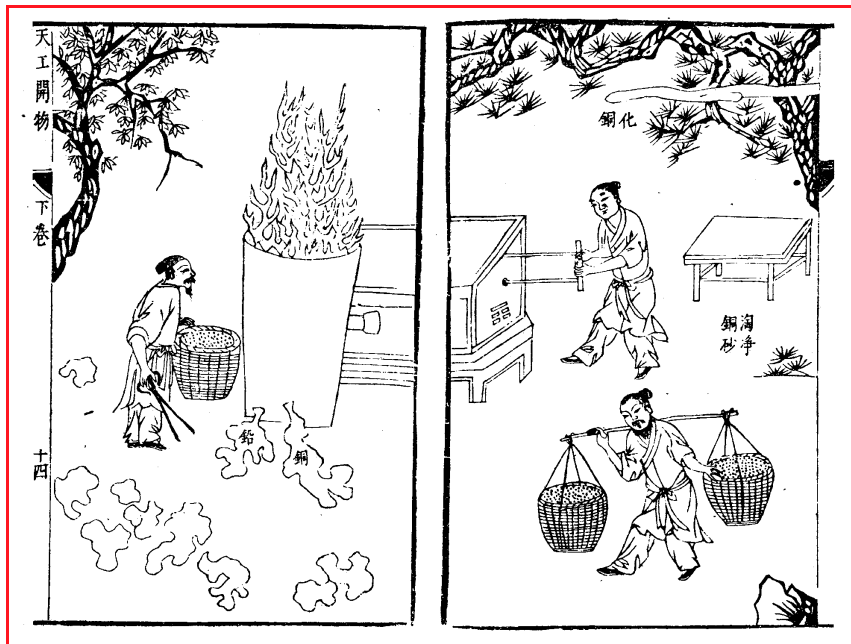


Figure 4 - Séparation du cuivre et du plomb à partir des minerais mixtes.

Traduction des titres et légendes : en haut à droite : transformation du cuivre ; au milieu à droite : lavage du minerai de cuivre ; à gauche : coulée de gauche : plomb ; coulée de droite : cuivre.

décrits dans le chapitre « les cinq métaux », comme la classification des minerais de plomb selon leur teneur en autres métaux voire même la désignation générique du minerai d'un métal, *jiaosha* pour celui de l'argent par exemple [16].

En conclusion, si pour les désignations des substances principales le *Tiangong kaiwu* emploie une terminologie très proche de celle du *Bencao gangmu*, il apparaît dans le premier une terminologie originale qui est révélatrice des apports d'un autre contexte plus technique et aux enjeux différents. On peut penser que la médecine, n'employant que les produits supérieurs, ne mentionne pas les sous-produits qui peuvent au contraire présenter un intérêt dans l'artisanat.

### Les contenus

Pour ce qui est du contenu de chacun des ouvrages, nous allons tout d'abord examiner le contenu général des articles puis nous intéresser plus en détail à la description des procédés chimiques.

Dans les deux ouvrages, on trouve généralement une liste assez importante des lieux de production des matières premières ainsi qu'une énumération plus ou moins complète des différentes variétés rencontrées. Mais chaque ouvrage ayant une destination différente propose un angle différent ; ainsi le *Bencao gangmu* détaille les usages et discute des qualités des variétés pour le domaine de la pratique thérapeutique alors que le *Tiangong kaiwu* s'intéresse aux usages dans le domaine de l'artisanat. A l'examen des différents articles, il apparaît une nette démarcation entre le chapitre 14, « les cinq métaux », et les deux autres. En effet, si le contenu du *Bencao gangmu* dans ce chapitre se présente globalement similaire à celui du *Tiangong kaiwu*, il n'évoque que rarement les usages techniques et surtout ne décrit aucun procédé là où l'autre ouvrage est plutôt disert :

par exemple, dans l'article « l'or », les sujets comme l'usage de la pierre de touche, la technique de cémentation, la fabrication des feuilles d'or, les techniques de dorure et de fausse dorure sont détaillés mais ne sont pas même évoqués dans le *Bencao gangmu*. La seule exception est « le fer » où le *Bencao gangmu* donne plusieurs procédés de préparation des aciers, leurs usages et évoque même des procédés de trempe. Les articles sur la céruse et la litharge sont un cas spécial dans la mesure où le *Tiangong kaiwu* donne des citations exactes de l'autre ouvrage, nous le traiterons plus loin. Dans les deux autres chapitres, les contenus sont beaucoup plus homogènes : identiques pour cinq articles [17], identiques à l'exception des usages non décrits par le *Bencao gangmu* pour trois autres [18]. L'exemple de la chaux est significatif : hormis sa préparation, le *Tiangong kaiwu* donne les compositions des différentes formulations où elle intervient pour le calfatage des embarcations, pour la préparation d'un mortier, des différents enduis et le crépis alors que la pharmacopée n'en évoque aucune. Seules deux entrées sont plus complètes dans le *Bencao gangmu* que dans l'autre ouvrage ; il s'agit de l'alun noir où les usages sont plus

nombreux et l'alun-bile, sulfate de cuivre, où la préparation de cristaux est décrite alors que le *Tiangong kaiwu* n'évoque que la récolte de cristaux naturels. Le cas du soufre est un peu à part dans la mesure où les contenus sont très semblables, à l'exception de la description de la préparation qui est absente du *Bencao gangmu* pour des raisons que nous évoquerons dans le paragraphe suivant.

Pour l'examen des procédés proprement dits, nous allons là aussi traiter séparément le chapitre « les cinq métaux » et les deux autres. Dans ce chapitre, les procédés strictement métallurgiques sont quasiment absents du *Bencao gangmu*, pour être plus précis trois sont absents [19] et six sont seulement évoqués sans même une description sommaire [20] (une illustration d'un des procédés décrit par le *Tiangong kaiwu* est donnée figure 4). La seule exception déjà évoquée est la préparation des aciers où hormis celle du *Tiangong kaiwu*, deux autres méthodes sont décrites. Au contraire, les préparations de sels à partir des métaux sont évoquées de façon très similaire dans les deux ouvrages, textes identiques pour la céruse et la litharge, procédés très proches pour les carbonates de plomb et de cuivre bien que les détails présentés par le *Bencao gangmu* soient insuffisants pour une comparaison plus fine. Pour le reste du matériau d'étude, c'est-à-dire le chapitre « la calcination des roches » et la section « le mercure » du chapitre 16, la situation est moins tranchée. En effet, deux procédés ne sont pas décrits dans le *Bencao gangmu*, il s'agit des préparations du soufre et de l'alun noir ; la raison en est très simple : seuls les produits naturels (soufre natif et sulfate de fer hydraté de bonne pureté) sont utilisés dans les préparations thérapeutiques. Quatre procédés sont similaires [21], quatre autres sont différents : les préparations de l'alun rouge et du givre d'arsenic (pour ce dernier procédé, voir figure 5) diffèrent surtout par les quantités mises en jeu, semi-industrielles dans le *Tiangong kaiwu*, infimes dans le *Bencao gangmu*, qui impliquent des techniques différentes [22]. Pour la préparation du mercure à

partir du cinabre, le *Bencao gangmu*, de par sa composition, donne les différentes méthodes qui se sont succédées dans le temps alors que le *Tiangong kaiwu* ne décrit que la seule demeurant sous les Ming, c'est-à-dire la méthode par distillation [23] (voir figure 6). La dernière préparation, celle de la chaux éteinte, se fait soit en laissant la chaux vive à l'air libre soit en l'arrosant d'eau dans le *Tiangong kaiwu*, alors que le *Bencao gangmu* utilise un terme qui laisserait croire que l'opération se fait à la vapeur mais ne la décrit pas précisément.

En conclusion, il apparaît que les procédés métallurgiques décrits par le *Tiangong kaiwu* ne doivent quasiment rien à la tradition des pharmacopées. A l'inverse, les préparations de sels à partir des métaux sont en filiation directe soit par des citations exactes soit par des descriptions similaires. Pour les autres domaines, la nature de la pratique pharmaceutique étant différente des pratiques décrites par le *Tiangong kaiwu*, les descriptions des procédés sont soit absentes du *Bencao gangmu* soit notablement différentes. Les points similaires correspondent à une pratique pharmaceutique reprise dans le *Tiangong kaiwu* (l'alun sec) ou à des grands procédés aux applications multiples (chaux vive, alun blanc, vermillon). D'un point de vue qualitatif, le *Tiangong kaiwu* est nettement plus précis dans les descriptions et offre des présentations originales, notamment dans les circonstances techniques comme la présentation géologique des gisements et l'organisation des mines.

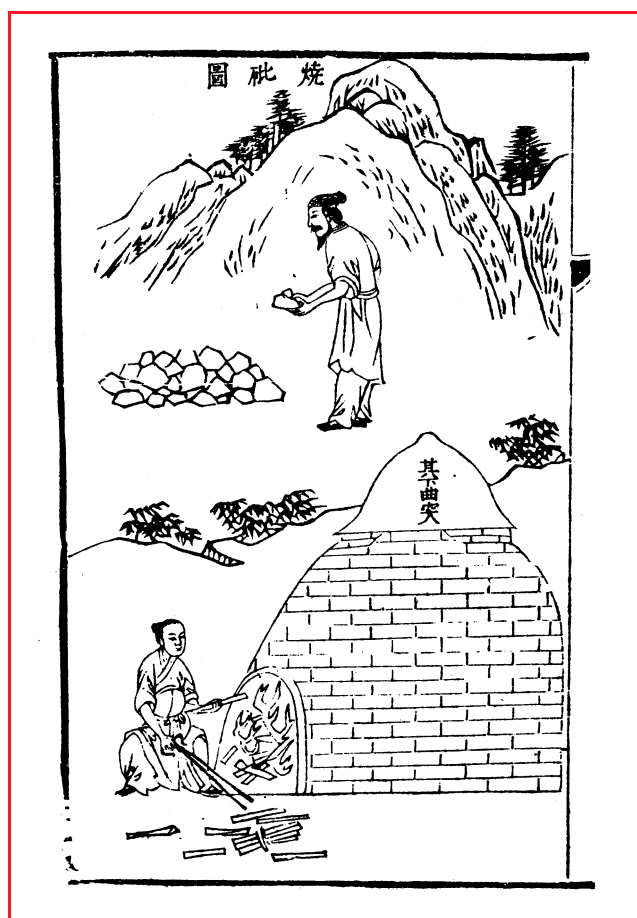


Figure 5 - Préparation du givre d'arsenic.  
Traduction de la légende au milieu : au-dessous, il y a une cheminée sinieuse.

### Les références aux pharmacopées, les citations du *Bencao gangmu*

Malgré la forte relation entre les deux textes, les références explicites au *Bencao gangmu* ou aux pharmacopées sont seulement au nombre de trois dans les chapitres examinés, auxquelles il faut ajouter quelques références implicites. Toutes sont négatives et visent, sur un ton assez sévère, à corriger des croyances jugées comme erronées. Ainsi dans la section « l'argent », on peut lire : « Pour produire ce trésor, il n'y a pas de méthode alternative. Les livres de techniques et les pharmacopées qui sans fondement en imaginent à tort et en notent à tort [d'autres] sont vraiment profondément détestables ».

Pourtant, cette volonté de démarcation est contredite par la présence en nombre non négligeable de citations issues des pharmacopées, c'est-à-dire d'extraits exacts ou fidèles à quelques caractères près et omissions de courts passages. Nous en avons dénombré neuf pour un total d'environ 250 caractères. Les citations les plus importantes concernent les *addenda* de la section « le plomb », la céruse et la litharge, car elles représentent une centaine de caractères avec une fidélité presque parfaite. Les domaines auxquels s'attachent ces citations sont inattendus. En effet, si la recristallisation de l'alun blanc et la formation de l'alun sec et dans une moindre mesure, les précautions sanitaires lors de la préparation du givre d'arsenic, appartiennent à un champ spécifique des pharmacopées, les autres citations se

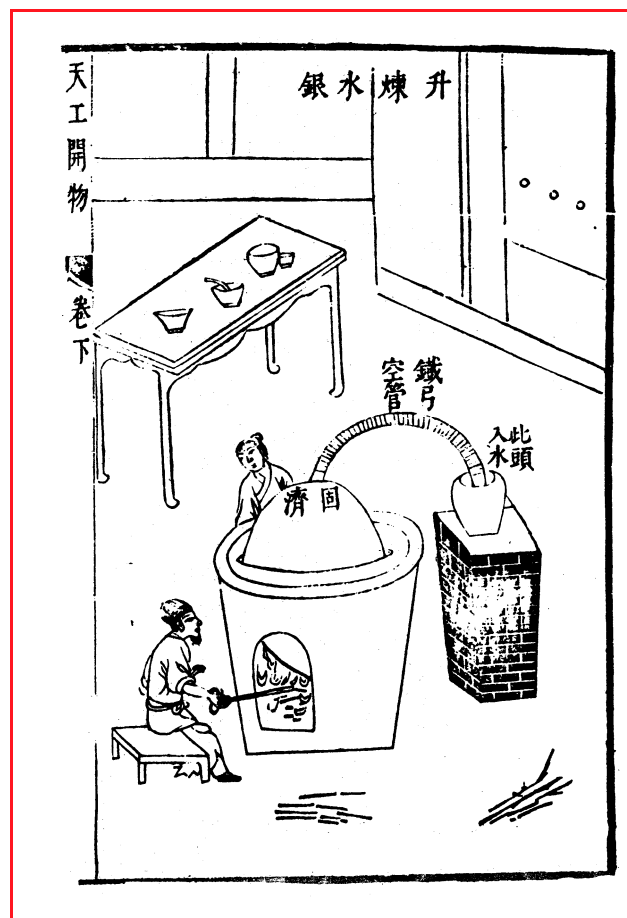


Figure 6 - Sublimation du mercure.  
Traduction de la légende : de gauche à droite : solidement calfeutré ; tube coudé en fer ; par cette extrémité coule le mercure.

trouvent dans des articles où les contenus des deux textes sont pourtant globalement dissemblables : descriptions de gisement (pour l'or et le cinabre) ou précisions techniques (présence d'eaux vertes dans les puits d'arsenic ; évocation d'un minerai de plomb particulier, le plomb pied d'hameçon ; description d'opérations techniques concernant les aciers). Ceci laisserait à penser que lorsque Song Yingxing a manqué d'observations directes sur un sujet précis, il a puisé des précisions à caractères techniques dans les textes de la pharmacopée.

## Conclusions

Le *Tiangong kaiwu* présente avec la tradition des pharmacopées, représentée par le *Bencao gangmu*, des similitudes importantes dans les domaines du découpage des articles, de la terminologie générale et du contenu global. Cette influence va même plus loin dans certains passages où des emprunts textuels significatifs sont avérés.

Pourtant, dans le champ de la description des techniques, l'originalité du *Tiangong kaiwu* par rapport à cette tradition est manifeste. Ses apports les plus marqués se situent dans les domaines de la terminologie technique, des descriptions de pratiques artisanales, mais également dans la présentation des procédés proprement dits. En effet, pour ce dernier point les méthodes métallurgiques exposées dans le chapitre « les cinq métaux » du *Tiangong kaiwu* ne doivent presque rien à la tradition des pharmacopées et pour les autres techniques présentées, la moitié sont des descriptions originales.

Au-delà de la comparaison qui était l'objet de cet article, il apparaît que le *Tiangong kaiwu* présente un contenu très précis, notamment dans la description des appareillages ou de l'organisation matérielle du travail, ce qui ne peut résulter que d'observations directes de l'auteur au moins pour partie des articles. Toutefois, il est tout à fait vraisemblable que Song Yingxing ait pu également puiser dans d'autres ouvrages appartenant à d'autres traditions pour rédiger certaines parties de son texte, ceci reste encore à découvrir.

## Notes et références

Cet article ne s'adressant *a priori* pas au lecteur sinisant, nous avons donné en référence uniquement les ouvrages en langues occidentales.

- [1] C'est le cas en particulier de Needham J., *Science and Civilisation in China: volume V. Chemistry and Chemical Technology part 2. Spagyric Discovery and Invention: Magistries of gold and immortality*, Cambridge University Press, Cambridge, 1974, p. 42-43 et 52-53.
- [2] Zen Sun E.T., Sun H.C. (trad.), *T'ien-Kung K'ai-Wu: Chinese Technology in the Seventeenth Century* by Sung Ying Hsing, Pennsylvania State University Press, University Park and London, 1966, réédité en : Sung Y.H., *Chinese Technology in the Seventeenth: T'ien-kung K'ai-wu*, Dover Publications Inc., Mineola, New York, 1997.
- [3] Song Y.X., Li C.P. (trad.), *Exploitation of the Work of Nature*, China academy, Taipei, 1980.
- [4] Julien S., Champion P., *Industries anciennes et modernes de l'empire chinois*, Eugène Lacroix éditeur, Paris, 1869.

- [5] Dans la préface de l'ouvrage, on lit sous la plume de P. Champion : « ... il n'est pas inutile de faire observer qu'on se tromperait en pensant que ces renseignements, extraits des livres chinois par les soins persévérants de M. Stanislas Julien, ne se rapportent qu'à d'anciennes industries, aujourd'hui plus ou moins profondément modifiées. La Chine est par excellence un pays où tout reste stationnaire, et il est hors de doute que les industries que l'on y rencontre actuellement sont exactement semblables, dans leurs procédés et leurs résultats, à celles qui existaient, il y a bien des siècles, dans la même contrée », *Ibid.* p. 2.
- [6] Li C.P., *The Chemical Arts of Old China*, *Journal of Chemical Education Press*, Easton Pennsylvania, 1948.
- [7] Needham J., *Science and Civilisation in China: volume V*, Cambridge University Press, Cambridge, 1974, 1976, 1980, 1985, 1986, 1988, 1999.
- [8] Dumas M., *Histoire générale des techniques, Tome 1 : Des origines au XV<sup>e</sup> siècle*, Presses Universitaires de France, Paris, 1962, p. 264-286.
- [9] Par exemple, dans la section « la chaux d'huître » du chapitre « la calcination des roches », il écrit : « Certains confondent la chaux de palourde (ou même la poudre de bivalve) avec la chaux d'huître, c'est parce qu'ils n'ont pas étudié assez attentivement la nature ».
- [10] Dans la pensée chinoise, la notion de catégorie, c'est-à-dire le classement de toute chose dans des ensembles symboliquement analogues, est très importante. Il permet d'interpréter les évolutions à la fois par des interactions entre éléments de catégories différentes et aussi entre éléments d'une même catégorie. Pour l'application de ces concepts à la chimie, voir Needham J., *Science and Civilisation in China volume V : Chemistry and Chemical Technology part 4 : Spagyric Discovery and Invention : apparatus, Theories and Gifts*, Cambridge University Press, Cambridge, 1980, p. 305-323.
- [11] La chaux, le charbon, le soufre, les pierres à arsenic, l'or, l'argent, l'argent-cinabre, l'étain, le plomb, la céruse, la litharge.
- [12] La pierre à alun et l'alun blanc ; l'alun noir, l'alun rouge, l'alun jaune ; les cuivres, le fer ; le vermillon.
- [13] La chaux, la pierre à alun, l'alun noir, l'alun jaune, la pierre à arsenic, le givre d'arsenic, l'argent, le fer cru, le fer cuit, l'acier, l'étain, la litharge, le vermillon et le mercure.
- [14] L'alun blanc, l'alun sec, la céruse, le plomb et le cinabre.
- [15] L'alun rouge, le soufre, l'or, le cuivre et le plomb.
- [16] Les trois termes non évoqués concernent pour l'un un alliage de cuivre et de zinc, alors que le zinc est absent du *Bencao gangmu* et les deux autres deux qualités d'arsenic, l'arsenic blanc et l'arsenic rouge, qui sont citées dans le *Bencao gangmu* mais ne sont pas désignées ainsi.
- [17] Les pierres à alun et l'alun blanc, les pierres à arsenic, le cinabre, le mercure et le vermillon.
- [18] La chaux, l'alun rouge, l'alun jaune.
- [19] Cémentation, préparation du fer cuit et du zinc.
- [20] Coupellation, affinage des plombs impurs, préparation à partir des minerais du plomb, du cuivre, du fer cru, de l'étain.
- [21] Préparations de chaux vive, d'alun blanc, d'alun sec et de vermillon.
- [22] Pour la préparation de l'alun rouge (oxyde de fer (III), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) par calcination du sulfate de fer (II), le *Tiangong kaiwu* donne un procédé où le réactif est mêlé à de l'argile humide puis chauffé dans un récipient clos alors que le *Bencao gangmu* décrit une préparation à l'air libre sur une plaque de fer.  
Pour la préparation du givre d'arsenic (acide arsénieux, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) par sublimation, le *Tiangong kaiwu* présente un dispositif assez complexe composé d'un four, d'une cheminée sinueuse et d'un chaudron renversé comme réceptacle du sublimat, le *Bencao gangmu* décrit la sublimation par mise au feu directe des minerais (réalgar, AsS et mispickel, FeAsS).
- [23] Vacca S., *La préparation du mercure et du vermillon dans la Chine ancienne (II<sup>e</sup> siècle au XVII<sup>e</sup> siècle)*, Documents pour l'histoire des techniques, à paraître.



### Stéphane Vacca\*

est professeur agrégé à l'Université Paris XI, IUT d'Orsay et doctorant (INALCO).

\* 124 rue Ménilmontant, 75020 Paris.  
Courriel : stephane.vacca@iut-orsay.fr

Vous avez un article, une information, un courrier... à nous proposer ?

N'hésitez pas à contacter la rédaction de L'Actualité Chimique.

Courriel : ac@sfc.fr