

L'alambic d'Abu Bakr al Râzî

Une séquence du projet *Les découvertes en pays d'Islam*

Résumé

L'alambic est donc un appareil qui permet de réaliser une distillation : il s'agit de séparer, par chauffage, dans une enceinte, les huiles aromatiques essentielles enfermées dans les fleurs, les feuilles, les racines... La vapeur d'eau entraîne l'essence de ces substances, puis la condense par refroidissement. Cette séquence propose aux élèves de découvrir l'alambic. Dans un premier temps, le problème de la désalinisation de l'eau de mer les conduit à retenir la distillation comme technique de séparation des mélanges. Dans un deuxième temps, ils mènent une recherche documentaire sur l'histoire de l'alambic et la contribution des savants des pays d'Islam à son perfectionnement. Enfin, une approche plus technologique les conduit à fabriquer un alambic simple permettant d'obtenir des eaux parfumées à partir de pétales de fleurs.

L'alambic

Introduction à l'alchimie arabe <i>Robert Halleux</i>	150
L'alambic et l'hydrodistillation <i>Nadia Ouahioune</i>	155
Texte pour enfants <i>Anne Fauche</i>	167

Introduction à l'alchimie arabe

Aperçu général

Le mot « alchimie » est composé de l'article arabe *al* et du mot grec *khêmeia* ou *khymeia*, qui désigne fondamentalement l'art du fondeur. Selon les auteurs de l'Antiquité et du Moyen Âge, le mot recouvre quatre composantes qui ne sont pas toutes présentes en même temps : des procédés pour fabriquer des matériaux nobles – l'or, l'argent, accessoirement les pierres précieuses et la pourpre – à partir de matériaux bon marché (la transmutation) ; une théorie de la matière qui justifie ces procédés ; une application médicale du processus transmutatoire au corps humain ; dans des contextes particuliers une application spirituelle à la transmutation de l'âme.

L'alchimie est née au début de notre ère chez les Grecs d'Égypte, mais ce sont les savants des pays d'Islam qui lui ont donné sa forme définitive, telle que l'Occident l'a connue.

Elle est issue des arts et métiers. Dans l'Antiquité, les orfèvres et les teinturiers produisaient des succédanés très ressemblants de l'or, de l'argent, des gemmes et de la pourpre. Des philosophes ont pensé qu'en imitant la nature (la mimésis), en connaissant mieux la matière (les quatre éléments) et ses règles de combinaison (la sympathie universelle), on pourrait passer de l'imitation à la transmutation. L'alchimie est l'ancêtre de notre chimie de synthèse.

Les alchimistes grecs se sont partagés en deux écoles. Les uns (le pseudo-Démocrite) travaillent comme les métallurgistes en produisant des alliages colorés, les autres (Marie la Juive, Zosime) travaillent par décomposition (l'analyse) et recomposition (la synthèse). Ils dégagent des corps par

sublimation et distillation un principe volatil (un esprit) qu'ils fixent sur un substrat.

La transmutation est bien entendu impossible. C'est pourquoi l'alchimie grecque est connotée de religion, la réussite des opérations dépendant du bon vouloir des divinités.

L'alchimie grecque est transmise très tôt aux Musulmans. Selon la légende, le jeune prince Khâlid ibn Yazîd fut initié à l'alchimie dès la fin du VII^e siècle par le moine Morennius, élève de l'alchimiste Étienne d'Alexandrie. Le monde arabo-islamique fera de l'alchimie une science positive et structurée tirant profit des richesses minérales d'un immense empire, de sa diversité technologique, et aussi des traditions indiennes et chinoises, quoique leur transmission ne soit pas encore bien connue.

L'histoire de l'alchimie arabe se découpe en quatre périodes.

La première (VIII^e-IX^e s.) est celle des traductions et des ouvrages apocryphes. On y voit se dessiner une nouvelle théorie des constituants des métaux composés d'un principe oxydable, le soufre, et d'un principe fusible, le mercure. Les différentes propriétés physico-chimiques des métaux dépendent de la proportion et de la pureté de leurs constituants.

La deuxième période (IX^e-X^e s.) coïncide avec les œuvres attribuées à Jâbir Ibn Hayyân (le Geber des Latins). Jâbir mathématise les compositions de la matière et les réactions chimiques et perfectionne les techniques de décomposition et de composition.

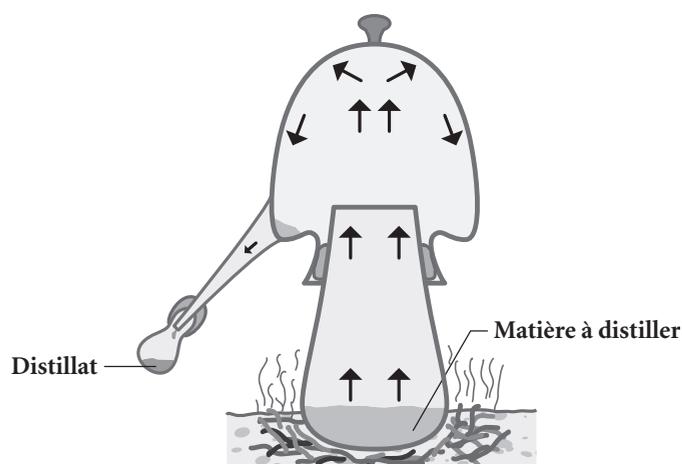
La troisième période est celle d'al-Râzî (865-923/4). On lui doit une classification minutieuse des substances (aluns, sels, esprits, etc.), des opérations (lavage, coagulation, distillation, sublimation, solution, cération) et des appareils (creusets, cornues ou retortes, alambics, aludels, fourneaux ou athanors).

La quatrième période enfin est celle d'Ibn Sînâ (Avicenne) (980-1037), qui réalise une conciliation de l'alchimie avec la philosophie d'Aristote.

À partir du IX^e siècle, l'Occident latin, qui avait oublié l'alchimie pendant un millénaire, la redécouvre par les traducteurs espagnols. En 1144, Robert de Chester traduit le *Moriennus*. Dans la seconde moitié du XII^e siècle, le plus gros de l'alchimie arabe est mis en latin. Elle influencera considérablement la technologie et la philosophie naturelle.

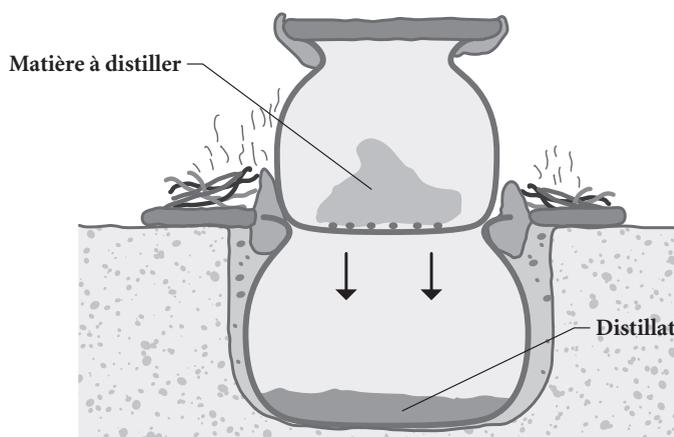
Une technique de l'alchimie arabe : la distillation

Les alchimistes ont développé la distillation dans le cadre de la décomposition des substances, c'est-à-dire de leur purification. En latin, *distillare* signifie « faire couler goutte à goutte ». Les alchimistes distinguent trois types de distillation :



– par le haut, elle se fait à l'alambic, constitué par une cucurbite où l'on met la matière à distiller, un chapiteau où les vapeurs se condensent, un tuyau de décharge où le produit de condensation coule dans un récipient ;

– par le bas, dans deux récipients superposés (*botus barbatus*), le récipient supérieur ayant un couvercle et le fond percé de petits trous. C'est le principe de la couscoussière ou de l'extracteur de jus;



– à travers un filtre de papier ou de tissu comparable à nos filtres à café.

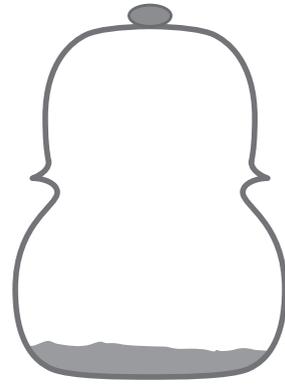
Cette dernière technique a une longue histoire. Pour isoler les fractions légères de la poix ou pour dessaler l'eau de mer, ils tendaient des toisons de laine au-dessus d'un chaudron. La toison absorbait la vapeur et on la tordait ensuite pour en extraire le liquide.

Pour fabriquer du mercure à partir de cinabre (HgS), le pharmacien Dioscoride (I^{er} s.) préconise de mettre le minerai dans une écuelle de fer (l'ancêtre de la cucurbite) sur laquelle on retourne une coupe en argile

L'alambic

(l'ancêtre du chapiteau). Si on chauffe, les vapeurs de mercure se condensent sur les parois de la coupe. En grec, cette coupe s'appelle *ambix*, ce qui deviendra avec l'article arabe *al*, l'« alambic ».

Ce sont les alchimistes grecs, en particulier Marie et Zosime, qui ont transformé cet appareil fruste en véritable alambic en surélevant le chapiteau au-dessus de la cucurbite pour éviter les débordements et en le dotant d'un tuyau de décharge. Les vapeurs condensées sur les parois du chapiteau étaient recueillies par le bord annulaire de celui-ci, puis évacuées par un tuyau. Pour isoler des substances dont le point d'ébullition est peu élevé, il manquait un appareillage adéquat de refroidissement. On refroidissait le chapiteau avec des éponges.



L'alambic est l'instrument favori de l'alchimie arabe. Avec lui, on distillera des substances corrosives, ce qui donnera au XIII^e siècle nos acides minéraux ; les huiles minérales et le pétrole, ce qui produira des feux de guerre ; et

surtout les végétaux les plus divers avec une production étendue d'eaux de plantes, de parfums et d'huiles essentielles.

Voici, par exemple, deux exemples de procédés tirés du *Livre du serviteur* (un « manuel du garçon de laboratoire ») d'Abu-l-Qâsim al-Zahrâwî (Abulcasis) :

Pour purifier de l'eau : « Manière de purifier les eaux troubles. Prenez un grand pot et placez sur l'ouverture deux bois qui se croisent et mettez sur ces bois une toison de laine propre et lavée plusieurs fois. Allumez un petit feu sous le pot et tout ce qui imbibera la toison à partir de la vapeur qui s'élèvera du pot, exprimez-le et gardez-le, et faites cela aussi longtemps que quelque chose s'élève de l'eau. »

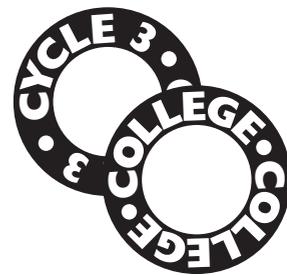
Les Découvertes en pays d'Islam

Pour fabriquer industriellement de l'eau de rose au bain-marie : « On sait que l'eau de rose qui se fait avec des roses sauvages, qui poussent toutes seules sans irrigation, a une meilleure odeur que celle qui se fait avec les rosiers domestiques qui naissent dans les lieux cultivés et irrigués [...]. Prenez un chaudron de cuivre comme celui des teinturiers, mettez dessus un couvercle percé de trous auxquels on peut adapter les alambics, remplissez le chaudron d'eau et allumez un feu en dessous avec des sarments de vigne ou du bois de ce genre, et faites distiller et quand la distillation sera à mi-chemin, vous devez couvrir le gueulard du fourneau jusqu'à ce que la distillation soit complètement achevée, et celui qui veut à la place de bois mettre des charbons, l'eau en sera plus odorante. ».



Si les alchimistes des pays d'Islam ont fait passer dans leurs alambics toutes sortes de substances minérales, végétales et même animales, ils ne semblent pas avoir distillé de vin. Des raisons religieuses sont peut-être intervenues. C'est au XII^e siècle, en Italie du Sud, où les vins sont particulièrement liquoreux, que des alchimistes eurent l'idée de mettre du vin dans un alambic. La substance qu'ils produisirent était un défi aux quatre éléments : une eau qui brûlait, l'alcool.

Cette découverte entraîna un bouleversement dans les théories de la matière. Pour rendre compte de sa propriété spéciale, on fut obligé d'introduire un cinquième élément, *quinta essentia*, la « quinte essence ».



L'alambic et l'hydrodistillation

Objectifs notionnels

Cycle 3

Connaître les noms des changements d'état.

Savoir qu'à chaque changement d'état est associé un changement inverse.

Propriétés solvantes de l'eau.

États et changements d'état de l'eau.

Collège, classe de cinquième

Propriétés solvantes de l'eau.

Techniques de séparation des constituants d'un mélange : filtration/distillation.

Notions de mélanges homogènes et hétérogènes.

Changements d'état de l'eau.

Référence au programme de sciences et technologie

du cycle 3 de l'école primaire

« La matière : états et changements d'état de l'eau (fusion, solidification, ébullition, état gazeux, évaporation, condensation, facteurs agissant sur la vitesse d'évaporation) ».

Référence au programme de physique-chimie du collège

(classe de cinquième)

« L'eau dans notre environnement, mélanges et corps purs. »

Liste du matériel pour une classe de 25 à 30 élèves : 6 ballons en verre, 6 bouchons de liège, une vrille pour percer les bouchons de liège, une

quinzaine de roses, séchées de préférence (ou un paquet de lavande séchée), une plaque chauffante, des morceaux de tissu, des filtres à café, de l'eau douce, de l'eau salée à 20 g/l, 6 morceaux de 60 cm de tuyau en plastique transparent, une casserole, un saladier transparent, des éponges ou chiffons, des bols, des petits pots transparents, des étiquettes autocollantes, des marqueurs permanents.

Boisées, fruitées, fleuries, ambrées... nous vivons dans un océan d'odeurs. Qu'elles soient agréables ou franchement déplaisantes, les odeurs fondent une part de l'identité du monde qui nous entoure. Elles participent à notre construction de la réalité et favorisent le réveil de nos souvenirs. La domestication des odeurs fut l'une des plus belles quêtes de l'histoire des techniques. Dès les premiers temps de l'Égypte ancienne, les hommes ont cherché à isoler les effluves innombrables des fleurs, des racines, des écorces ou des résines pour fabriquer onguents et parfums. Les premières techniques étaient rudimentaires : les produits dont on souhaitait récupérer l'odeur étaient broyés et bouillis puis imprégnés de matière grasse. On obtenait alors des sortes de pâtes aromatisées dans lesquelles l'odeur se trouvait comme piégée. Au fil des temps, les techniques s'améliorèrent et l'on découvrit que pour isoler une odeur (celle d'un végétal, par exemple), il était possible de l'entraîner « hors » du végétal grâce à des vapeurs d'eau ou d'alcool. L'alambic fut conçu sur les bases de la découverte de ce procédé, auquel on donna le nom de « distillation ».

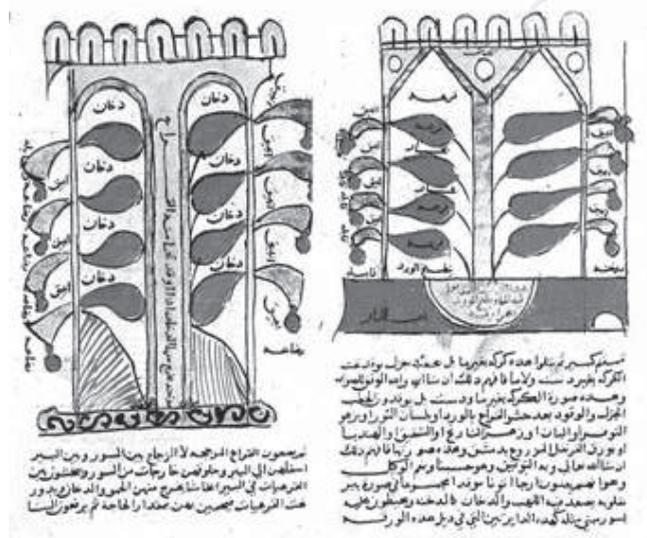
L'alambic est donc un appareil qui permet de réaliser une distillation : il s'agit de séparer, par chauffage, dans une enceinte, les huiles aromatiques essentielles enfermées dans les fleurs, les feuilles, les racines, etc. La vapeur d'eau entraîne l'essence de ces substances puis la condense par refroidissement.

Un modèle rudimentaire d'alambic, un vase surmonté d'un couvercle en forme de cône, était déjà utilisé par les alchimistes chaldéens (II^e siècle avant J.-C.) pour préparer des parfums. Mais ce n'est que beaucoup plus tard, à partir de la fin du VIII^e siècle, que les alchimistes des pays d'islam, en quête

de la pierre philosophale (*al-iksîr* en arabe, à l'origine du mot « élixir »), se sont passionnés pour le procédé de distillation et ont mis au point un appareil dont le principe de fonctionnement se rapproche beaucoup de celui des alambics utilisés actuellement.

Il était constitué d'un vase (la cornue) contenant le liquide aromatisé surmonté d'un bec qui aboutissait à un récipient. On chauffe le liquide contenu dans la cornue. Au bout de quelques minutes, des vapeurs aromatisées s'échappent de la cornue et sont conduites dans le bec. Celui-ci étant plus froid que l'intérieur de la cornue, elles se condensent pour couler sous forme liquide dans le récipient. Par exemple, dans le cas d'un mélange pétales de fleurs-eau, la vapeur d'eau produite entraîne les huiles essentielles qui se condensent ensuite et s'écoulent dans le bec.

À l'instar de leurs illustres prédécesseurs, les élèves vont être amenés à découvrir l'alambic en fabriquant des parfums d'eau de rose (ou de lavande). Cela demande d'introduire auparavant le principe de la distillation. Aussi, la séquence de classe proposée ici s'articule en trois temps :



- dans un premier temps, le problème de la désalinisation de l'eau de mer conduit à retenir la distillation comme technique de séparation des mélanges ;
- dans un deuxième temps, l'histoire de l'alambic et la contribution des savants des pays d'Islam à son perfectionnement feront l'objet d'une recherche documentaire ;
- dans un troisième temps, une approche plus technologique conduira les élèves à fabriquer un alambic simple permettant d'obtenir des eaux parfumées à partir de pétales de fleurs.

Comment obtenir de l'eau douce à partir de l'eau de mer ?

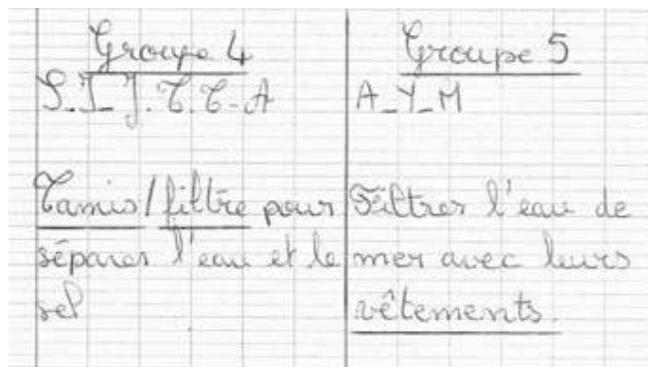
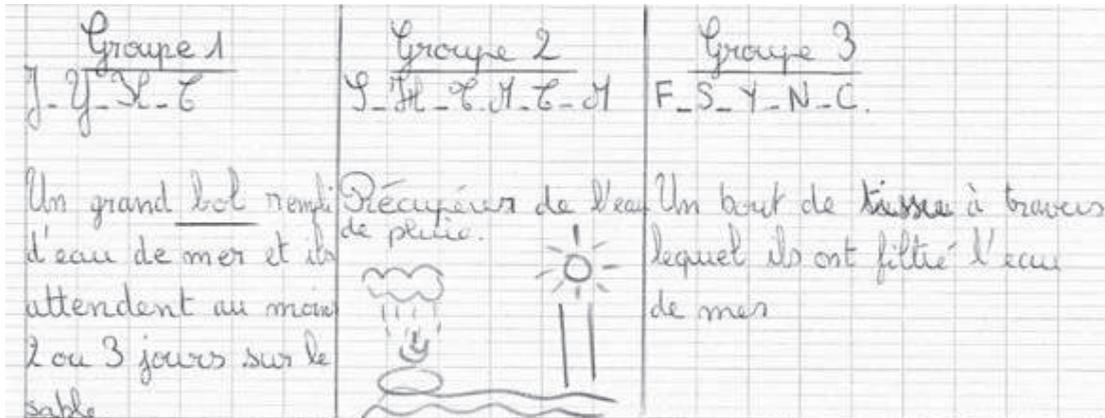
L'eau liquide représente 72 % de la surface totale de la Terre mais la presque totalité de cette eau (97 %) est salée. Très tôt, l'homme a donc cherché à la dessaler pour obtenir de l'eau douce et du sel. Déjà au IV^e siècle avant J.-C., Aristote proposait aux marins de distiller l'eau de mer pour obtenir de l'eau douce à partir de simples « bouilleurs » embarqués sur leurs bateaux. Ces bouilleurs reposaient sur un principe de distillation : l'eau de mer était chauffée dans une chaudière (laissant en dépôt les sels dissous) et la vapeur d'eau obtenue condensée pour obtenir une eau consommable.

Afin de bien mettre en évidence ce principe, nous avons choisi de faire travailler les enfants sur un mélange d'eau salée dont la concentration est proche de celle de l'eau de mer, c'est-à-dire 20 g/l. Ils pourront ainsi tester et éprouver par leurs sens son dessalement à l'aide de dispositifs simples qu'ils auront imaginés. Cette séparation permet d'isoler un dépôt de sel dans le fond de la cuve, alors que la vapeur d'eau est condensée au niveau du bec ou du chapiteau et l'eau douce récupérée dans un réceptacle.

Cette technique pourra être appréhendée par les enfants au travers du problème de marins de l'Antiquité qui échouent sur une île déserte, sans aucune source, ni réserve d'eau, et qui doivent trouver un moyen de s'abreuver. Beaucoup d'enfants savent que si on peut tenir quelques jours sans manger, il est nettement plus difficile de survivre sans boire. Cela les amène à réfléchir aux moyens dont disposaient les marins pour obtenir de l'eau douce. Les enfants pensent aux fruits riches en eau ou même à boire l'eau de mer. Mais cette dernière, à l'instar de l'eau sucrée, donne soif. Il faut donc envisager une autre solution : dessaler l'eau de mer !

Le problème étant posé, les élèves sont répartis en petits groupes. Ils discutent et notent sur une grande feuille leurs propositions. Celles-ci sont ensuite présentées par un des élèves du groupe à l'ensemble de la classe et résumées sous forme d'un tableau (une colonne par groupe) par l'enseignant. Une discussion avec la classe permet de ne retenir qu'une proposition par groupe et de lancer les enfants sur la conception de leur montage expérimental. Chaque groupe précise alors son expérience et le

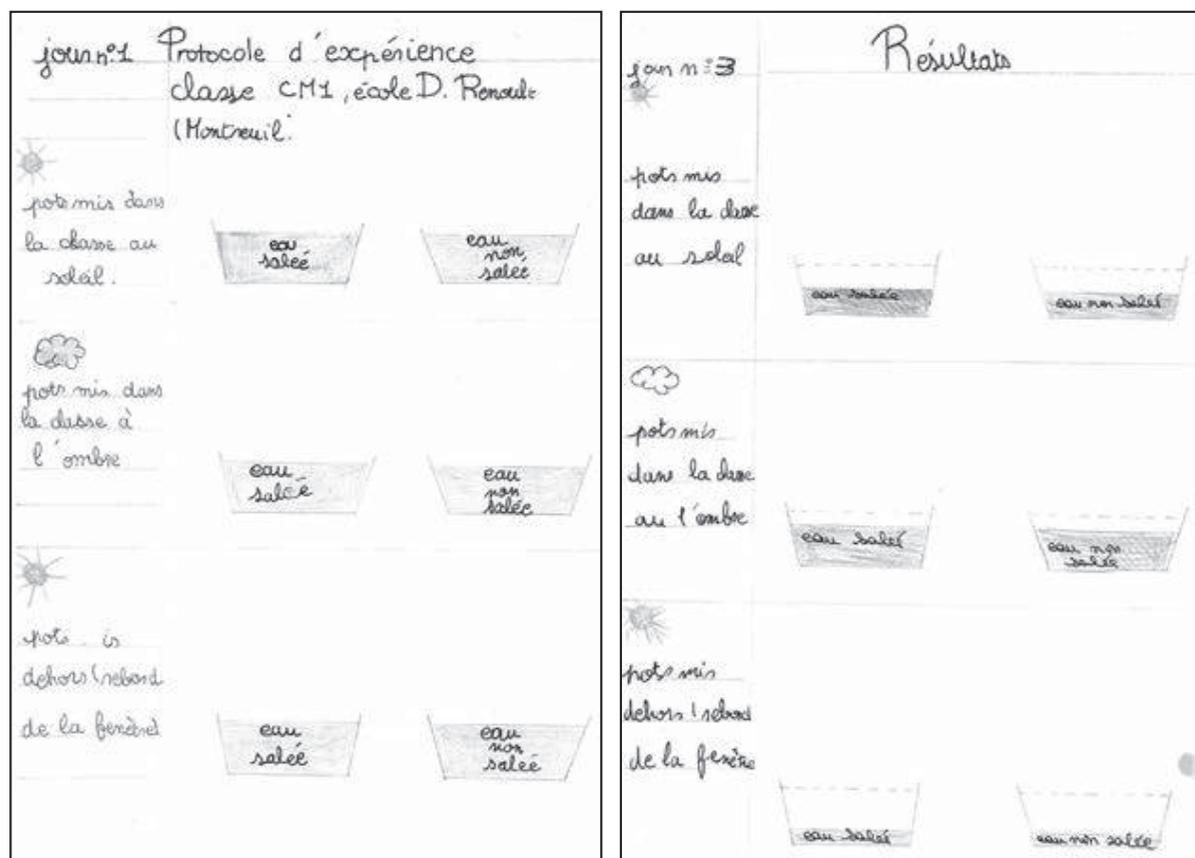
matériel nécessaire. Les élèves reprennent sur leurs cahiers d'expériences les propositions de la classe et y formalisent l'expérience de leur groupe.



Extrait d'un cahier d'expériences reprenant les propositions des cinq groupes d'une classe de CM1 (les lettres majuscules correspondent aux initiales des prénoms des enfants).

Une fois le matériel rassemblé et distribué, les groupes réalisent les expériences qu'ils ont proposées. À l'issue de cette activité, les résultats de chaque groupe sont présentés à l'ensemble de la classe par un rapporteur. Aucune des solutions imaginées par les élèves ne permet de séparer l'eau du sel et de récupérer de l'eau douce. Le projet du groupe 2 est ingénieux mais ne répond pas à la question de départ. Les groupes 3, 4 et 5 obtiennent une eau toujours salée ; leurs projets permettent cependant d'introduire la notion d'expérience témoin. Les enfants se sont rendu compte que l'on n'obtient pas d'eau douce, mais qu'elle est devenue au contraire très salée et que son niveau a fortement diminué. C'est finalement le groupe 1 qui ouvre la voie vers le procédé recherché.

Les Découvertes en pays d'islam

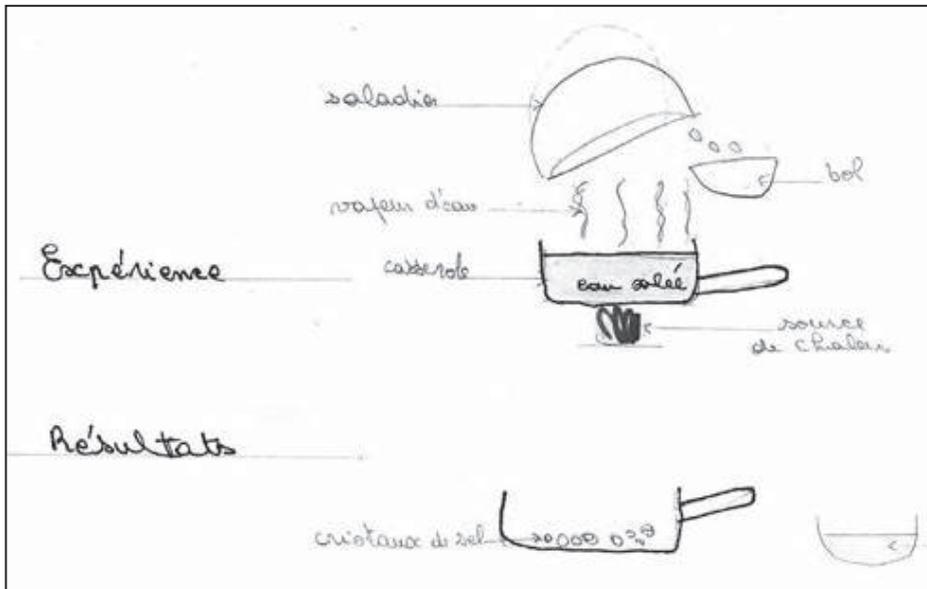


Le groupe 1 teste pendant trois jours une solution d'eau salée dans différentes conditions expérimentales

Dans cette expérience, deux récipients contenant respectivement de l'eau salée et de l'eau douce sont placés en différents lieux : dans la classe au soleil, dans la classe à l'ombre et à l'extérieur. Un trait au marqueur indique le niveau initial de l'eau (salée ou non) contenue dans chacun des récipients. Au bout de trois jours, les élèves constatent que le niveau d'eau a diminué dans tous les récipients et que l'eau salée est plus concentrée qu'elle ne l'était au départ. Or, puisque personne n'a ajouté de sel pendant ces trois jours, c'est que le sel se trouve moins dilué. De l'eau s'est donc évaporée sans emporter le sel qui, lui, est resté dans le récipient. Les élèves s'interrogent alors sur les moyens de récupérer l'eau évaporée et participent ensemble à l'élaboration d'un nouveau protocole expérimental.

Si les élèves ont déjà étudié les différents états de l'eau, ils ont sûrement appris que la vapeur d'eau peut être récupérée, notamment sur des parois froides. S'ils découvrent le sujet, on peut évoquer les gouttelettes d'eau qui apparaissent sur le couvercle d'une casserole ou sur une vitre quand on fait chauffer de l'eau. Dans un premier temps, les enfants essaient de récupérer

l'eau en reproduisant ce type de dispositif. Ils vérifient en la goûtant que l'eau n'est plus salée. Pour récupérer plus d'eau douce, ils proposent l'expérience suivante :



Pour laisser un temps aux élèves pour interpréter les résultats et décrire le processus sur leurs cahiers d'expériences, il serait souhaitable de revenir sur les différents états de l'eau et de préciser les principaux changements d'état mis en jeu dans leurs expériences, comme la vaporisation et la condensation. L'enseignant pourra également faire référence à des notions moins connues comme l'hydrodistillation et l'alambic. Ce dernier fera l'objet d'une recherche documentaire développée dans la seconde partie de cette séquence. À cette occasion, il conviendra de préciser aux élèves qu'il existe deux types de distillation : l'une simple qui consiste à séparer les composants d'un mélange (cas de l'eau de mer), l'autre qui repose sur un entraînement à la vapeur (cas de l'eau parfumée).

Découverte de l'alambic

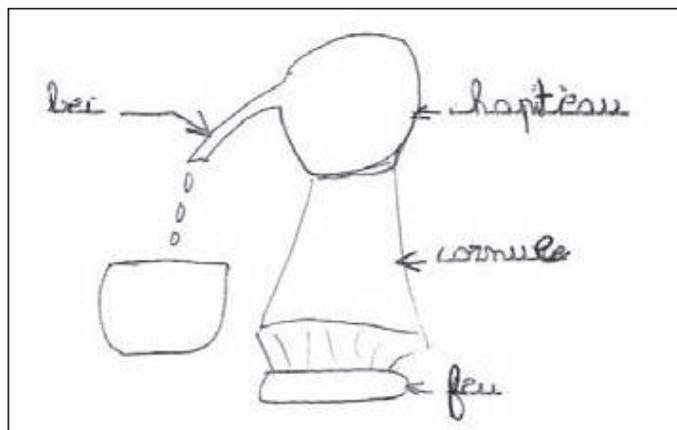
La pratique de la chimie pendant l'âge d'or des sciences arabes faisait intervenir des instruments de laboratoire dont l'alambic était l'un des plus significatifs. La distillation à l'aide de l'alambic est une technique très ancienne dont on retrouve les traces dans de nombreuses civilisations (chinoise, égyptienne, grecque, romaine, etc.). Depuis, cette technique a été améliorée, théorisée et

Les Découvertes en pays d'Islam

industrialisée et elle offre encore de nombreuses applications dans la chimie d'aujourd'hui. Il existe très peu d'illustrations de cet instrument dans les manuscrits en langue arabe ou persane. C'est pourquoi, nous suggérons d'amorcer la recherche documentaire à partir du texte pour enfants qui met en scène la contribution du savant al-Râzî (865-925). La lecture de ce texte conduira les enfants à effectuer une recherche documentaire sur ce savant et sur sa contribution au perfectionnement de l'alambic. Ce sera l'occasion de se documenter sur les savants qui l'ont précédé, comme Aristote, et sur ceux qui lui ont succédé dans ce domaine. Deux savants des pays d'Islam, al-kindî et al-Zahrâwî pourront faire l'objet d'une recherche plus approfondie :

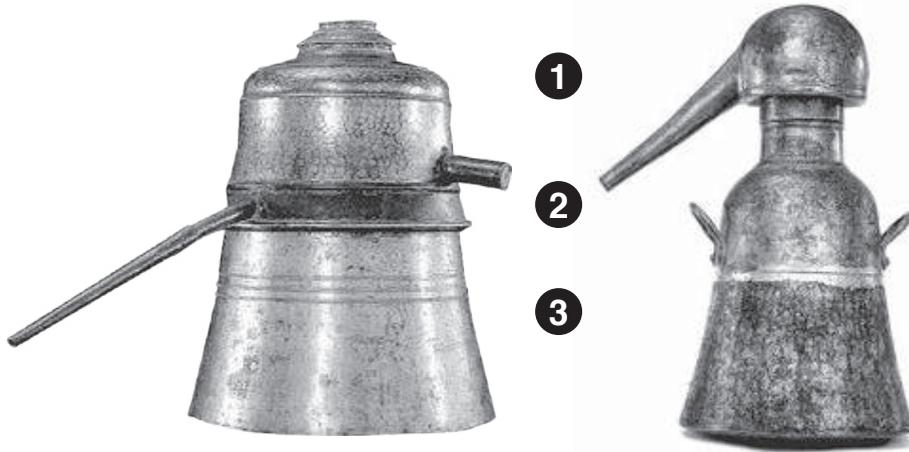
- Yaqûb al-Kindî (801-873), qui mit au point de nombreuses techniques de distillation à partir de plantes aromatiques ;
- Abû al-Qâsim Al-Zahrâwî (936-1013), qui utilisait, à son époque, un système de refroidissement.

La contribution des savants arabes sera illustrée par des dessins légendés de l'alambic.



Dessin de Claire (CM1 A, école D.-Renoult, Montreuil, 93)

Une nouvelle recherche documentaire réalisée par petits groupes d'élèves portera également sur l'alambic d'aujourd'hui afin de le comparer sur le plan aussi bien fonctionnel que structurel avec celui qu'ils ont dessiné. Cette activité permettra aux enfants de retracer une histoire de l'alambic en réalisant une frise chronologique qui met en regard l'évolution de cet appareil avec des événements marquants de l'histoire du monde. Il est possible de coupler ce travail avec une photo d'alambic ancien à légénder accompagnée d'une liste de mots à rajouter : chaudron, cornue, bec, etc.



Deux alambics en cuivre du VI^e-XII^e siècle. Ces modèles proviennent de la collection du pharmacologue Turhan Baytop (1920-2002, Istanbul). Selon lui, ce type d'alambic était répandu chez les Turcs d'Asie centrale et d'Anatolie.

L'alambic à droite ne possède pas de réfrigérant

1 : Couvercle. L'alambic de gauche présente un couvercle permettant de refroidir les vapeurs aromatisées qui s'échappent lors du chauffage du liquide contenu dans le récipient du bas. Ce couvercle est appelé « réfrigérant ». Les parois sont refroidies par l'air ambiant.

2 : Chapiteau doté d'un col de cygne (bec). Dans l'alambic de droite, le chapiteau et le bec se trouvent à la place du couvercle.

3 : Chaudière.

Quelle que soit l'époque considérée, on fera remarquer qu'il existe un principe commun à tout alambic : un récipient (appelé « chaudière », « cucurbite » ou « cornue ») dans lequel sont placés les ingrédients dont on cherche à extraire les arômes est surmonté d'un couvercle (chapiteau) muni d'un bec (ou col de cygne) par où se dégagent et se condensent les vapeurs. Certains alambics possèdent un dispositif réfrigérant qui permet une condensation plus rapide de la vapeur d'eau.

Fabrication d'un alambic et de parfums

Pour que les élèves comprennent bien le fonctionnement d'un alambic ancien, nous leur proposons de fabriquer un parfum à l'aide d'un alambic rudimentaire réalisé avec des matériaux simples : bouchons de liège, entonnoirs, ballons en verre, tuyaux transparents en plastique, éponges, chiffons, petits récipients pour récupérer le parfum, étiquettes, vrille, pots de confiture avec couvercles percés et non percés...

Les Découvertes en pays d'Islam

La rose est une fleur particulièrement odorante. Nous choisissons donc d'élaborer une eau parfumée à la rose. Il s'agit pour les élèves de trouver un moyen d'extraire le parfum de pétales de roses séchées rapportées en classe par le maître. L'étude documentaire leur permet d'imaginer un protocole expérimental pertinent, comme en atteste l'exemple ci-dessous.

L'expérience est alors réalisée : les fleurs séchées sont mises à macérer avec de l'eau dans un saladier. On prépare ensuite le matériel sélectionné pour réaliser l'alambic. Le mélange à distiller est versé dans le ballon à l'aide d'un entonnoir. Puis le ballon surmonté d'un tube suffisamment long (pour que les vapeurs aient le temps de se condenser), est placé sur la plaque chauffante. Pour favoriser le refroidissement des vapeurs, on peut entourer le tube d'un linge mouillé. Au bout de quelques minutes, le mélange d'eau et de pétales se met à bouillir. Des vapeurs s'échappent vers le tube où elles se condensent. De l'eau de rose est récupérée à la sortie du tube.

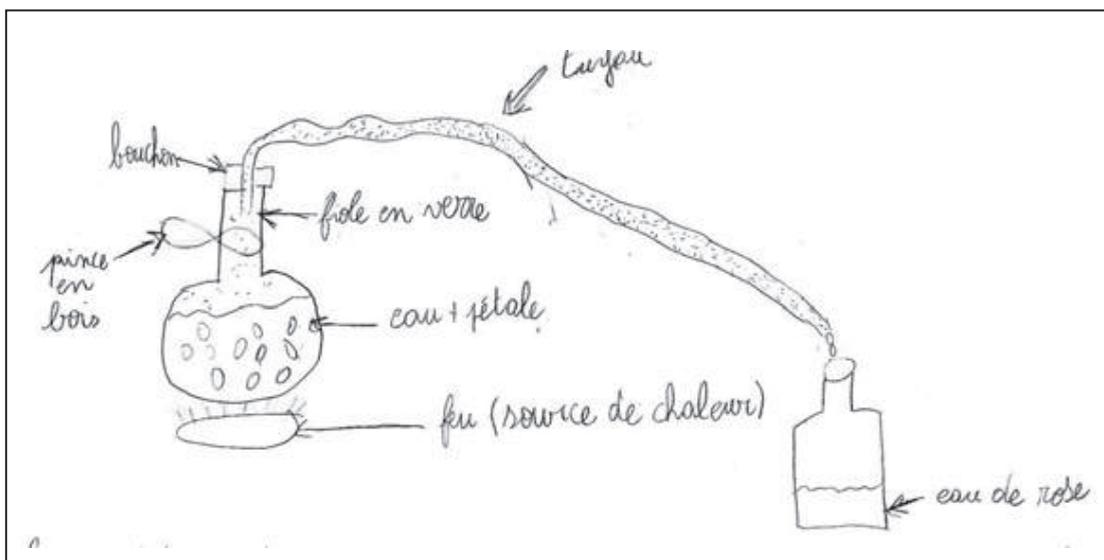


Montages proposés par les enfants de CM1
de l'école D.-Renoult (Montreuil, 93)

Recommandations importantes : Pour des raisons de sécurité, il serait préférable que :

- les bouchons de liège soient percés par le maître, à la demande des élèves ;
- le récipient contenant les roses (ou la lavande), donc destiné à être chauffé, soit en verre et tenu avec une pince en bois ; on choisira de préférence un ballon, plus facile à tenir avec la pince ;
- le chauffage avec une plaque électrique soit assuré par un adulte ;
- le récipient où sera recueilli le parfum soit transparent de manière à ce qu'il laisse voir la couleur du liquide obtenu et son évolution au cours du temps.

Les élèves sont ensuite invités à réaliser un dessin de l'expérience.



Dessin proposé par Sophie - CM1
de l'école D.-Renoult (Montreuil, 93)

Remarque : Les élèves obtiennent une eau parfumée mais pas à proprement parler une huile essentielle. Celle-ci nécessiterait une seconde distillation et une séparation par décantation.

L'animation proposée sur le site du projet vient utilement compléter l'expérience. Elle permet aux élèves de s'interroger sur les dimensions du bec, le système de refroidissement de ce dernier, le chauffage de la chaudière et la nature des plantes aromatiques utilisées. Pour prolonger ce travail, on pourra proposer aux élèves de décrire et de comparer des parfums, ou réaliser une recherche documentaire sur l'histoire des parfums et des techniques de fabrication.

Références bibliographiques

A. Y. Al-Hassan et D. R. Hill, *Sciences et techniques en Islam, une histoire illustrée*, Edifra-UNESCO, 1991, pp. 133-198.

A. Djebbar, *Une histoire de la science arabe*, Seuil, 2001, Chapitre 8, pp. 333-365.

F. Sezgin, *Science et technique en Islam*, tome IV, chapitre 8 : « Chimie et alchimie », Frankfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 2004, pp. 95-153.

Lexique

Condensation ou Liquéfaction : Transformation de la vapeur d'eau en eau liquide.

Décantation : Technique qui permet de séparer des particules en suspension dans un liquide ou un mélange de liquides de densités différentes. En laissant reposer ces solutions, les éléments les plus denses se déposent dans le bas du récipient.

Distillation : Consiste à séparer deux ou plusieurs corps dont les températures d'ébullition sont différentes.

Évaporation : Transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau à une température inférieure à 100 °C.

Hydrodistillation : Distillation à l'aide d'un alambic d'un mélange d'eau et d'une substance organique. La vapeur d'eau entraîne l'essence de cette substance et se condense dans le serpentín de l'alambic. Après décantation, on obtient une phase organique supérieure (arômes) dite « huile essentielle » contenant la majorité des composés odorants et une phase aqueuse inférieure (eau aromatique) qui n'en contient que très peu.

Vaporisation de l'eau : Transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau lors de l'ébullition (100 °C à la pression atmosphérique) se transforme.

Le jeu favori de Nabil et de sa sœur Fadila était de résoudre les énigmes qui surgissaient dès qu'ils se mettaient à observer ce qui se passait autour d'eux, ou en eux. Ils étaient d'autant plus passionnés qu'avec le temps, un peu de magie s'en mêlait, comme le jour où une odeur de fleurs leur chatouilla les narines en plein cœur de la ville.

Ce jour-là, Nabil et Fadila se promenaient le nez au vent dans le quartier commerçant situé tout près de leur maison. Ils parcouraient gaiement les ruelles bruyantes et colorées, quand, alors qu'ils passaient devant une modeste échoppe, un doux parfum de rose les immobilisa. Ils jetèrent un coup d'œil à l'intérieur et ne distinguèrent sur les murs que des étagères garnies de flacons de toutes les couleurs.

Fadila interpella son frère :

— Nabil, est-ce que tu sens la même chose que moi ? C'est exactement le parfum qui flotte dans le jardin du voisin quand ses roses sont fleuries. Mais je ne vois pas de roses ici ! Comment est-ce possible ?

— Je n'en ai aucune idée, mais je trouve ça bizarre moi aussi, entrons pour voir.

— Regarde, derrière le comptoir il y a une porte ouverte, et le parfum semble venir de là-bas. Approchons-nous !

Ils s'étaient glissés sans bruit jusqu'au seuil de la pièce située au fond de la boutique. Comme il n'y avait personne à l'intérieur, ils y pénétrèrent, et ce qu'ils virent alors les intrigua fort. Des récipients aux formes rondes d'où sortaient des petits tubes étaient posés sur des foyers et crachotaient de la vapeur parfumée. Il y avait aussi des éponges mouillées reposant dans des vasques non loin de là. Enfin, de grands paniers remplis de roses séchées étaient posés sur le sol. Fadila balaya du regard tous ces objets, et s'adressa à son frère :

Les Découvertes en pays d'Islam

— Des roses, des réchauds, des éponges... Nabil, tu crois qu'ils font cuire les roses ? Mais comment font-ils pour capturer leur odeur ? Et à quoi servent les éponges ?

— Parle plus bas Fadila, tu vas nous faire repérer.

— Oui, mais réponds-moi, j'ai l'impression que je suis la seule à essayer de comprendre !

Nabil haussa le ton à son tour :

— Pas du tout, j'essaie juste de réfléchir, et ton bavardage me dérange...

Le chuchotement animé de Nabil et Fadila fut brusquement interrompu par l'apparition dans la pièce d'un personnage tout de blanc vêtu et coiffé d'un grand turban qui passa devant eux dans un grand souffle de vent odorant. Avec des gestes précis, il plaça les éponges mouillées sur le haut d'un récipient puis il posa, sous le tube qui sortait de celui-ci, une petite bouteille de verre. Il y recueillit peu à peu un liquide rosé et en déposa en souriant une goutte encore chaude sur les mains de Nabil et d'Fadila stupéfaits : elle embaumait le parfum de la rose... Puis l'homme se présenta :

— On m'appelle Abulcasis. Je me suis intéressé à bien des choses dans ma vie de médecin et de scientifique, et la chimie était une de mes passions. Je vous observe depuis un moment et je lis tant de curiosité dans vos yeux que je suis prêt aujourd'hui à vous expliquer le secret de la fabrication de l'eau de rose.

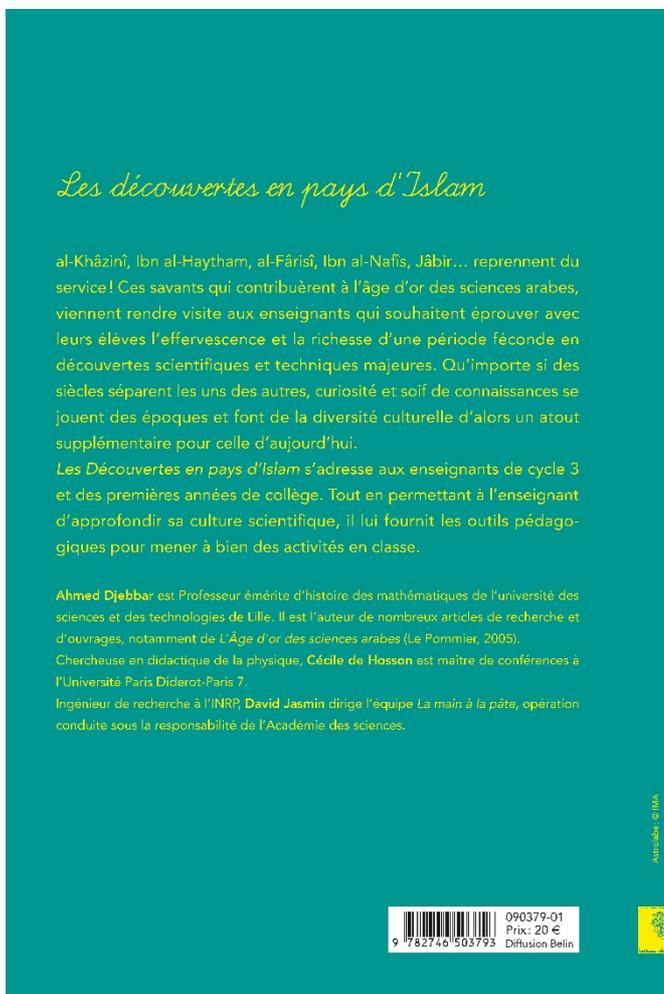
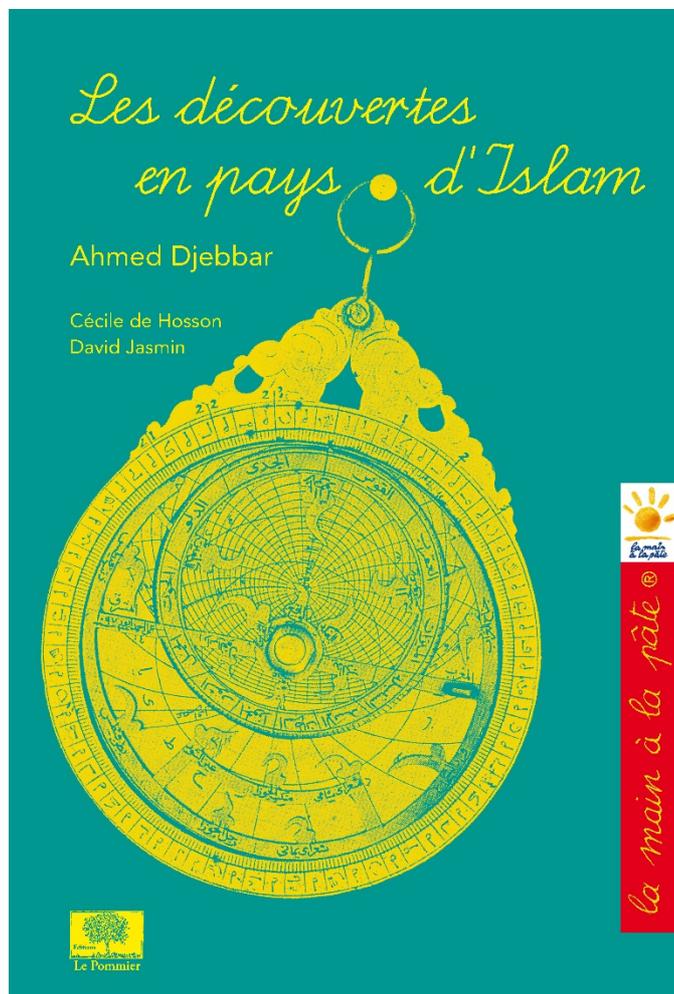
Fadila échangea un regard furtif avec son frère qui l'encouragea à prendre la parole.

— Et pourrez-vous aussi nous dire tout ce qu'on peut faire avec ce drôle de récipient ?

— Bien sûr, c'est un alambic, approchez-vous et commençons par le début...

La suite de ce qui se passa ce jour-là ne nous est pas parvenu, c'était il y a si longtemps, la mémoire s'est perdue ! Il n'en reste pas moins que c'est bien Khalaf ibn Abbas al-Zahrawi, dit Abulcasis, médecin chirurgien et chimiste, qui a donné l'une des meilleures recettes de l'eau de rose. Et d'une manière ou d'une autre, comme il a autrefois accompagné Nabil et Fadila, il accompagne aujourd'hui tous ceux et toutes celles qui se posent les mêmes questions. D'une manière ou d'une autre...

Cette ressource est issue du projet thématique *Les découvertes en pays d'Islam*, paru aux Éditions Le Pommier.



Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : <https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques>.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

 FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE